



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

“EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS HISTÓRICAS (2014-2022) EN EL  
DESEMBARQUE DE DORADO (*CORYPHAENA HIPPURUS*) Y SU RELACIÓN  
CON FACTORES AMBIENTALES Y PESQUEROS”

**AUTOR**

Blgo. Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño

TRABAJO DE TITULACIÓN  
**Previo a la obtención del grado académico en  
MAGÍSTER EN BIODIVERSIDAD Y CAMBIO CLIMÁTICO**

**TUTOR**

PhD. José Jerry Landívar Zambrano

**Santa Elena, Ecuador**

**Año 2025**



**UPSE**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos calificadores, aprueban el presente trabajo de titulación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por el Instituto de Postgrado de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

---

PhD. Roxana Álvarez Acosta  
**COORDINADORA DEL  
PROGRAMA**

---

PhD. Jerry Landívar Zambrano  
**TUTOR**

---

MSc. Tanya González Banchón  
**DOCENTE ESPECIALISTA 1**

---

MSc. Richard Duque Marín  
**DOCENTE ESPECIALISTA 2**

---

Ab. María Rivera González, Mgs.  
**SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN:**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por **Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño**, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático.

Atentamente,

---

PhD. Jerry Landívar Zambrano  
**TUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, “**EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS HISTÓRICAS (2014-2022) EN EL DESEMBARQUE DE DORADO (*CORYPHAENA HIPPURUS*) Y SU RELACIÓN CON FACTORES AMBIENTALES Y PESQUEROS**” previo a la obtención del título en Magíster en Biodiversidad y Cambio Climático, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Santa Elena, a los 2 días del mes de diciembre de año 2025

---

Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño  
**AUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño**

**DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de la investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este informe de investigación dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Santa Elena, a los 2 días del mes de diciembre de año 2025

---


Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño  
**AUTOR**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado **EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS HISTÓRICAS (2014-2022) EN EL DESEMBARQUE DE DORADO (*CORYPHAENA HIPPURUS*) Y SU RELACIÓN CON FACTORES AMBIENTALES Y PESQUEROS**, presentado por el estudiante, **Mauricio Rodrigo Quimí Borgoño** fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 5%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.

 CERTIFICADO DE ANÁLISIS  
magister

documento final, tesis coryphaena hippurus, Mauricio Quimi-signed-signed-signed

**5%**  
Textos sospechosos

**5% Similitudes**  
0% similitudes entre comillas  
< 1% entre las fuentes mencionadas (ignorado)  
0% Idiomas no reconocidos  
26% Textos potencialmente generados por IA (ignorado)

Nombre del documento: documento final, tesis coryphaena hippurus, Mauricio Quimi-signed-signed-signed.pdf	Depositante: JERRY LANDÍVAR ZAMBRANO	Número de palabras: 19.465
ID del documento: adc15ea4d74e97c6bc97f086835f178d3d6de689	Fecha de depósito: 5/11/2025	Número de caracteres: 139.170
Tamaño del documento original: 1,68 MB	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 5/11/2025	

---

PhD. Jerry Landívar Zambrano  
**TUTOR**

## **DEDICATORIA**

A mi familia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional en cada paso de este camino.

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de esta investigación.

A la Subsecretaría de Recursos Pesqueros, por su valiosa colaboración al facilitar la base de datos necesaria para el desarrollo de este estudio, contribuyendo así al fortalecimiento del conocimiento científico en el ámbito pesquero nacional.

A mis tutores y docentes de la maestría, por su orientación académica, sus enseñanzas y su constante apoyo durante este proceso.

A mi familia, por su comprensión, paciencia y motivación incondicional en cada etapa de este camino.

Finalmente, a todos quienes, de manera directa o indirecta, aportaron con su tiempo, conocimiento y esfuerzo para la culminación de este trabajo.

## ÍNDICE GENERAL

<b>CERTIFICACIÓN:</b> .....	<b>III</b>
<b>DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>IV</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>XII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XV</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>PROBLEMÁTICA</b> .....	<b>2</b>
Pregunta de Investigación .....	2
Problema de investigación .....	2
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>6</b>
Objetivo General .....	6
Objetivos Específicos .....	6
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>7</b>
Hipótesis 1.- .....	7
Hipótesis 2.- .....	7
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
Área de estudio.....	8
Antecedentes .....	9
Contexto histórico de la pesquería de grandes pelágicos en Ecuador .....	9
Fluctuaciones de captura, CPUE y factores ambientales .....	9
Impacto de El Niño en la distribución del dorado .....	10
Evaluaciones de stock de dorado en Ecuador y la región .....	11
Políticas de manejo actuales y su efectividad.....	12
Marco conceptual .....	15
Biología básica del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ).....	15
Morfología.....	15
Taxonomía.....	16
Características morfológicas .....	16
Distribución y hábitat .....	16
Definiciones generales de las variables de estudio de la pesquería de dorado ( <i>C. hippurus</i> )...	17
Variables dependientes .....	17
Variables independientes pesqueras .....	18
Variables independientes ambientales.....	21
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>24</b>
Enfoque .....	24
Esquema metodológico .....	25
Modalidad de investigación .....	25
Alcance de la investigación.....	26
Diseño de investigación .....	27
Fuente de datos .....	27
Sistematización de datos.....	28
Depuración y estandarización de bases de datos .....	29

Análisis estadísticos .....	30
Análisis de Desembarques.....	30
Estandarización de la CPUE mediante Modelos Aditivos Generalizados (GAM) .....	30
Descriptivos de factores temporales y pesqueros .....	33
Análisis espacial de la pesca de dorado.....	35
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>37</b>
Resultados .....	37
Análisis de la variabilidad de los desembarques .....	37
Estandarización de la CPUE.....	38
Análisis descriptivos de la CPUEe .....	40
Variabilidad de la CPUEe según el Fenómeno ENOS .....	46
Análisis espacial del esfuerzo y la CPUEe.....	47
Discusiones.....	53
Desembarques.....	53
Efectividad de la pesca objetivo .....	53
Estandarización de la CPUE mediante modelo GAM.....	54
Análisis de la CPUEe según variables fisicoquímicas y ambientales .....	54
Distribución espacial del esfuerzo y la CPUEe .....	59
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
Conclusiones .....	61
Recomendaciones.....	64
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>LEGISLACIÓN CITADA.....</b>	<b>74</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de modelos GAM con distribución de Poisson para la estandarización de la CPUE de <i>C. hippurus</i> en Anconcito, Ecuador (2014-2022).....	39
Tabla 2. Evaluación de la influencia de variables ambientales en la CPUEe de <i>C. hippurus</i> en Anconcito, Ecuador.....	42
Tabla 3. Rango de temperatura superficial del mar (TSM) e isothermas óptimas asociadas a <i>C. hippurus</i> en diferentes regiones del Pacífico Oriental centro y sur, según diversos estudios. ....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del Puerto Artesanal de Anconcito en la Provincia de Santa Elena, Ecuador. ....	8
Figura 2. Ilustración de un espécimen de dorado ( <i>C. hippurus</i> ).....	15
Figura 3. Esquema del palangre artesanal utilizado en la pesca de especies pelágicas en Ecuador. Tomado de Castro (2013). ....	20
Figura 4. Eficiencia de captura de <i>C. hippurus</i> por tipo de flota en Anconcito, Ecuador (2014-2022) .....	37
Figura 5. Tendencias históricas de los desembarques del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) en Anconcito, Ecuador (2014-2022). (a) Total anual de desembarques como suma de las flotas artesanal e industrial. (b) Desembarques anuales diferenciados por tipo de flota. ....	38
Figura 6. Diagnóstico del ajuste del modelo GAM con distribución de Poisson para la estandarización de la CPUE de <i>C. hippurus</i> en Anconcito, Ecuador (2014-2022) .....	39
Figura 7. Comparación de la CPUEe, (kg/anzuelos) entre la flota artesanal autónoma y la flota industrial nodriza en Anconcito en el periodo 2014-2022.....	40
Figura 8. Tendencias históricas de la CPUEe de <i>C. hippurus</i> por tipo de flota en Anconcito, Ecuador (2014-2022). (a) CPUEe de la flota artesanal (kg/anzuelo) por año. (b) CPUEe de la flota industrial (kg/anzuelo) por año. ....	41
Figura 9. Variación mensual de la CPUEe de <i>C. hippurus</i> por tipo de flota en Anconcito, Ecuador. (a) CPUEe estandarizada de la flota artesanal (kg/anzuelo) por mes. (b) CPUEe estandarizada de la flota industrial nodriza (kg/anzuelo) por mes. ....	42
Figura 10. Variación de la CPUEe de <i>C. hippurus</i> según las corrientes oceánicas en Anconcito, Ecuador (2014-2022) .....	44
Figura 11. Gráfico de línea de tiempo de la relación entre la CPUEe de <i>C. hippurus</i> y la temperatura superficial del mar (TSM) en Anconcito, Ecuador (2014-2022).....	44

Figura 12. Relación entre el gradiente de temperatura superficial del mar (TSM) y el efecto sobre la CPUEe de <i>C. hippurus</i> en Anconcito, Ecuador (2014-2022).....	45
Figura 13. Efecto de la temperatura superficial del mar (TSM) en la CPUEe del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) en Anconcito, Ecuador (2014-2022). .....	46
Figura 14. Comparación de la CPUEe del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) según la clasificación del fenómeno ENOS en Anconcito, Ecuador (2014-2022) .....	47
Figura 15. Distribución espacial de los puntos de pesca de la flota nodriza del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) proveniente del puerto artesanal de Anconcito, Ecuador (2014-2018).....	48
Figura 16. Distribución espacial del esfuerzo pesquero (número de anzuelos) por cuadrantes del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) capturado por la flota nodriza en Anconcito, Ecuador (2014-2018) ...	49
Figura 17. Distribución espacial de la CPUEe promedio por cuadrantes (kg/anzuelo) del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) capturado por la flota nodriza de Anconcito, Ecuador (2014-2018).....	50
Figura 18. Distribución espaciotemporal de la CPUEe del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) y el esfuerzo pesquero capturado por la flota nodriza del puerto artesanal de Anconcito, Ecuador (2014-2022). .....	52
Figura 19. Corrientes Oceánicas y Frente Ecuatorial en el Pacífico Oriental" en la zona de pesca de dorado ( <i>C. hippurus</i> ) por la flota nodriza de Anconcito en 2014 a 2022. Tomado de: Martínez-Ortiz et al. 2015.....	55
Figura 20. Variación estacional de la CPUEe del pez dorado ( <i>C. hippurus</i> ) y su relación con la TSM en Anconcito, Ecuador, considerando períodos de veda .....	58

## RESUMEN

El pez dorado (*C. hippurus*) es un recurso pelágico migratorio de alta importancia ecológica y económica para la pesca artesanal e industrial del Pacífico ecuatoriano, debido a su rápido crecimiento, amplia distribución y elevado valor comercial. El objetivo fue analizar las tendencias históricas (2014–2022) del desembarque de dorado y su relación con factores ambientales y pesqueros en Anconcito, Ecuador, correspondiente a la subpoblación del sur del Océano Pacífico Oriental (OPO), utilizando datos provenientes de la flota artesanal y de la flota nodriza. Se aplicaron análisis descriptivos, pruebas no paramétricas y Modelos Aditivos Generalizados (GAM) para estandarizar la CPUE y evaluar la influencia de variables oceanográficas como la temperatura superficial del mar (TSM) y el ENOS.

Los resultados muestran que la flota artesanal autónoma pasó a liderar los desembarques tras la reducción de la actividad nodriza, alcanzando su máximo en 2020 (1 252 t). Aunque la participación de la flota nodriza fue menor, registró mayor eficiencia pesquera (2.5 kg/anuelo) en comparación con la artesanal (1.5 kg/anuelo). La CPUE estandarizada fue más alta en aguas internacionales al suroeste de Galápagos, con valores de hasta 4.0 kg/anuelo. La CPUE respondió positivamente al incremento gradual de la TSM hasta ~24 °C, disminuyendo con temperaturas superiores. Los eventos El Niño redujeron la productividad al elevar la TSM por encima del rango óptimo, mientras que las fases La Niña y Neutrales favorecieron la abundancia relativa.

En conjunto, los resultados evidencian que la disponibilidad del dorado en la subpoblación sur del OPO está fuertemente condicionada por factores térmicos y oceanográficos, mostrando diferencias entre las unidades norte (>25 °C) y sur (20–24 °C), las cuales responden a dinámicas ambientales distintas y presentan variaciones espaciales y temporales en su abundancia.

**Palabras clave:** dorado, CPUE estandarizada, ENOS, subpoblaciones, manejo sostenible.

## ABSTRACT

The dolphinfish (*C. hippurus*) is a highly important migratory pelagic resource for both artisanal and industrial fisheries in the Ecuadorian Pacific, due to its rapid growth, wide distribution, and high commercial value. The objective was to analyze the historical trends (2014–2022) of dolphinfish landings and their relationship with environmental and fishery factors in Anconcito, Ecuador, corresponding to the southern subpopulation of the Eastern Pacific Ocean (EPO), using data from both the artisanal fleet and the mother-ship fleet. Descriptive analyses, non-parametric statistical tests, and Generalized Additive Models (GAM) were applied to standardize CPUE and evaluate the influence of oceanographic variables such as sea surface temperature (SST) and ENSO.

Results show that the artisanal autonomous fleet became the main source of landings following the decline of mother-ship operations, reaching its peak in 2020 (1,252 t). Although the mother-ship fleet contributed less to total landings, it exhibited higher fishing efficiency (2.5 kg/hook) compared with the artisanal fleet (1.5 kg/hook). Standardized CPUE was highest in international waters southwest of the Galápagos Islands, reaching up to 4.0 kg/hook. CPUE responded positively to gradual increases in SST up to ~24 °C, decreasing at higher temperatures. El Niño events reduced productivity by elevating SST above the optimal range, whereas La Niña and Neutral phases enhanced relative abundance. Overall, the findings demonstrate that dolphinfish availability in the southern EPO subpopulation is strongly conditioned by thermal and oceanographic factors, showing clear differences between northern (>25 °C) and southern (20–24 °C) units, which respond to distinct environmental dynamics and exhibit spatial and temporal variability in abundance.

**Keywords:** mahi mahi, standardized CPUE, ENSO, subpopulations, sustainable management, Ecuadorian Pacific, sustainable management

**“EVALUACIÓN DE LAS TENDENCIAS HISTÓRICAS (2014-2022) EN EL  
DESEMBARQUE DE DORADO (*Coryphaena hippurus*) Y SU RELACIÓN CON  
FACTORES AMBIENTALES Y PESQUEROS”**

## INTRODUCCIÓN

El dorado (*C. hippurus*) es una especie pelágica migratoria ampliamente distribuida en aguas tropicales y subtropicales, con alta relevancia ecológica y socioeconómica en el Océano Pacífico Oriental Sur (OPO-S). Su rápido crecimiento, madurez temprana y disponibilidad estacional lo convierten en un recurso fundamental para las pesquerías artesanales e industriales de Ecuador (Palko et al., 1982; Varela et al., 2016).

En el país, el dorado representa más del 65% de los desembarques de grandes pelágicos (Martínez et al., 2015), sosteniendo el ingreso y la seguridad alimentaria de numerosas comunidades costeras (Martínez & Zúñiga, 2012; Toala et al., 2020). Tanto la flota artesanal como la flota nodriza contribuyen a esta pesquería, aunque con distintos niveles de esfuerzo y eficiencia operativa.

La sostenibilidad del recurso enfrenta desafíos importantes, especialmente por la captura de juveniles y la falta de información biológica detallada. En este contexto, indicadores como la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) son esenciales para evaluar la abundancia relativa y comprender cómo factores ambientales influyen en su disponibilidad (Maunder & Punt, 2004).

El fenómeno ENOS modula significativamente el ambiente pelágico: durante El Niño, el calentamiento superficial altera la termoclina y redistribuye presas, afectando la accesibilidad y capturabilidad del dorado (Barber & Chavez, 1983).

La estacionalidad de las capturas en la costa ecuatoriana, especialmente en Anconcito, refleja la influencia de condiciones oceanográficas cálidas que favorecen la presencia del recurso durante ciertos meses (Herrera et al., 2008). Además, se ha propuesto la existencia de dos subpoblaciones en el OPO: una costera y otra oceánica, que responderían a

dinámicas migratorias y térmicas distintas, el sub-stock costero (o “más residente”) estaría disponible durante todo el año cerca de la costa, ligeramente al norte del ecuador, mientras que el sub-stock oceánico se desplazaría estacionalmente hacia las áreas costeras del OPO alrededor de octubre-noviembre (Aires-da-Silva et al., 2016; Téllez & Caballero, 2017). El análisis de patrones espaciales en Anconcito resulta especialmente relevante, dado que su flota opera principalmente en zonas oceánicas del sur del país centrándose la pesquería en la subpoblación oceánica del sur.

El objetivo de este estudio fue analizar las tendencias históricas (2014–2022) del desembarque de dorado y su relación con factores ambientales y pesqueros en Anconcito, Ecuador, con énfasis en la subpoblación del sur del OPO. Este enfoque permite comprender la variabilidad temporal y espacial del recurso y aportar información útil para fortalecer las estrategias de manejo del dorado en el país.

## **PROBLEMÁTICA**

### **Pregunta de Investigación**

¿Cómo influyen los factores ambientales y pesqueros en la abundancia y distribución del dorado (*C. hippurus*) en la pesquería del sur de Ecuador, y en qué medida difiere esta población de la explotada en el norte del país?

### **Problema de investigación**

No se conoce con precisión cómo varían la abundancia y distribución del dorado (*C. hippurus*) en el sur de Ecuador debido a la falta de información diferenciada por zona y tipo de flota. Actualmente, la pesquería se evalúa como una sola unidad, aunque existen evidencias de que las poblaciones explotadas en el sur operan bajo condiciones oceanográficas distintas a las del norte del país. Esta ausencia de caracterización específica impide identificar patrones propios de la subpoblación del sur del OPO y limita

la capacidad de comprender sus respuestas a factores ambientales y pesqueros, afectando la evaluación del stock y dificultando un manejo adecuado del recurso.

## JUSTIFICACIÓN

La pesquería de *C. hippurus* constituye uno de los pilares económicos de las comunidades costeras del Ecuador, debido a su alto valor comercial y a su aporte directo a los ingresos de la flota artesanal y nodriza. Sin embargo, en la última década se han registrado fluctuaciones marcadas en las capturas y en la disponibilidad del recurso, generando preocupación sobre la estabilidad de la actividad y la sostenibilidad del stock explotado (Lehodey et al., 2020). Estas variaciones evidencian la necesidad de comprender los factores que determinan los cambios observados en la abundancia relativa del dorado.

El período 2014–2022 fue particularmente relevante porque incluye años afectados por eventos El Niño y La Niña, los cuales alteraron la estructura oceanográfica del Pacífico oriental, modificando la temperatura superficial, la productividad y la distribución de especies pelágicas de amplia movilidad, entre ellas *C. hippurus* (NOAA, 2021).

Analizar este intervalo permite evaluar cómo estas condiciones ambientales influyeron sobre la disponibilidad del recurso y sobre los patrones espaciales y temporales de captura registrados por la flota palangrera ecuatoriana. Adicionalmente, durante este periodo se produjeron cambios socioeconómicos relevantes —como el terremoto de 2016 y la pandemia de 2020— que afectaron la operatividad pesquera, por lo que constituye una ventana temporal adecuada para comprender la variabilidad del sistema.

Diversas investigaciones han sugerido la existencia de posibles subpoblaciones o unidades pesqueras diferenciadas de *C. hippurus* en el Pacífico oriental, con diferencias en rutas migratorias, patrones ambientales y parámetros biológicos entre las regiones norte y sur (Clarke et al., 2014).

No obstante, la pesquería del sur de Ecuador continúa siendo menos estudiada, lo que limita la comprensión de si esta zona responde a dinámicas locales específicas o si se ve

influenciada por procesos transfronterizos asociados al norte del Perú. Este vacío de información es particularmente crítico dado el peso económico de la especie y el carácter altamente migratorio del recurso.

Por ello, este estudio es necesario para generar evidencia actualizada sobre la dinámica del dorado en la región sur del Ecuador, considerando tanto su importancia socioeconómica como la posibilidad de que forme parte de una unidad poblacional con características particulares.

Los resultados aportarán información clave para fortalecer la gestión sostenible del recurso, facilitando la toma de decisiones informadas, la anticipación a escenarios ambientales cambiantes y la identificación de patrones espaciales que permitan mejorar la eficiencia del esfuerzo pesquero (IPIAP, 2021).

## OBJETIVOS

### Objetivo General

Analizar la dinámica de la abundancia relativa del pez dorado (*C. hippurus*) de la población oceánica del OPO-Sur, obtenida de la flota palangrera de Anconcito - Ecuador, con un enfoque en la relación entre la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) y factores temporales, espaciales, fisicoquímicos y climáticos, para identificar patrones de variabilidad y contribuir al manejo sostenible de la pesquería en la región.

### Objetivos Específicos

- Cuantificar la variabilidad temporal de los desembarques de *C. hippurus* en la OPO-S con base en registros de la flota palangrera autónoma y nodriza de Anconcito.
- Estandarizar la CPUE para corregir posibles sesgos en la estimación de la abundancia relativa y facilitar comparaciones interanuales.
- Analizar la influencia de factores oceanográficos (TSM, salinidad, concentración de clorofila-a, evento ENOS) sobre la variabilidad de la CPUE en la población oceánica del pez dorado.
- Identificar patrones espaciales, temporales en la distribución de la abundancia relativa del pez dorado en la zona oceánica al sur de las islas Galápagos.

## HIPÓTESIS

### Hipótesis 1.-

**H<sub>0</sub>:** Las fluctuaciones en la abundancia relativa *C. hippurus*, medidas a través del  $CPUE_e$ , no están significativamente influenciadas por factores ambientales (TSM, corrientes oceánicas y eventos ENOS), provocando variaciones espaciales y temporales en las zonas de pesca más productivas en la pesquería de Anconcito.

**H<sub>1</sub>:** Las fluctuaciones en la abundancia relativa *C. hippurus*, medidas a través del  $CPUE_e$ , están significativamente influenciadas por factores ambientales (TSM, corrientes oceánicas y eventos ENOS), provocando variaciones espaciales y temporales en las zonas de pesca más productivas en la pesquería de Anconcito.

### Hipótesis 2.-

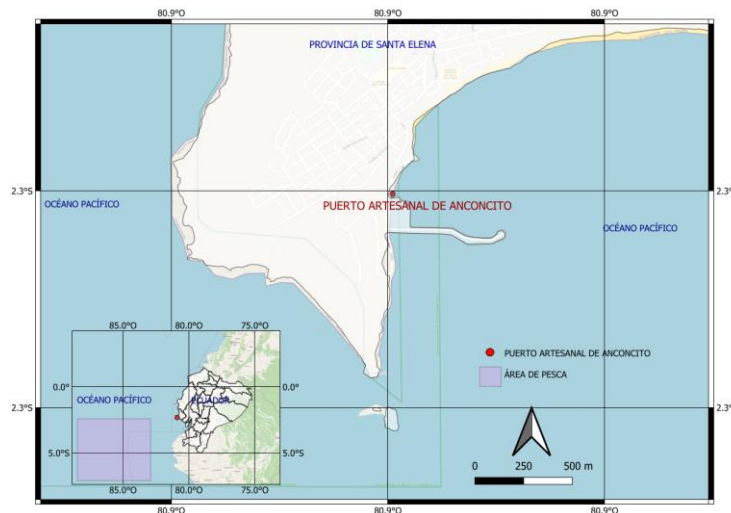
**H<sub>0</sub>:** Los rangos de temperatura de la población de *C. hippurus* explotada del OPO-Sur subpoblación oceánica capturada por debajo del ecuador no difieren significativamente de los rangos de la subpoblación explotada en el norte del ecuador, lo que sugiere que ambas responden a condiciones ambientales distintas y deberían ser gestionadas de manera diferenciada.

**H<sub>1</sub>:** Los rangos de temperatura de la población de *C. hippurus* explotada del OPO-Sur subpoblación oceánica capturada por debajo del ecuador difieren significativamente de los rangos de la subpoblación explotada en el norte del ecuador, lo que sugiere que ambas responden a condiciones ambientales distintas y deberían ser gestionadas de manera diferenciada.

# MARCO TEÓRICO

## Área de estudio

La presente investigación se enfoca en la pesquería del pez dorado (*C. hippurus*) desembarcado en el Puerto Artesanal de Anconcito, ubicado en la provincia de Santa Elena, Ecuador, con coordenadas geográficas aproximadas 2°11'37.7"S, 80°53'45.1"W. Este puerto cuenta con una muelle artesanal para la facilidad de la descarga de la pesca de embarcaciones menores y de mayor calado. (Figura 1)



**Figura 1.** Mapa de ubicación geográfica del Puerto Artesanal de Anconcito en la Provincia de Santa Elena, Ecuador.

Anconcito consta de dos tipos de flotas dedicadas a la captura de PPG, la flota artesanal compuesta de fibras autónomas menores y la flota industrial nodriza (varias fibras menores y una embarcación mayor que funcionan en conjunto como una unidad de pesca). El área de pesca de la flota artesanal es dentro de la ZEE de Ecuador que bordea la costa continental (<200 millas contadas desde la línea de costa), mientras que los barcos nodrizas por su mayor capacidad operativa pueden abarcar zonas más extensas fuera de la zona económica exclusiva que bordea la costa y las islas Galápagos y también pescan en aguas internacionales.

## **Antecedentes**

### ***Contexto histórico de la pesquería de grandes pelágicos en Ecuador***

La pesquería de grandes pelágicos ha sido una actividad económica fundamental en Ecuador, con registros históricos de altos volúmenes de captura en las décadas de 1980 y 1990 cuando alcanzaron su punto máximo (González et al., 2007). Sin embargo, desde la década de 1990, se ha observado una tendencia a la baja en los desembarques, influenciada por factores como la sobrepesca y las fluctuaciones oceanográficas (FiTI, 2024; Zúñiga & Alió, 2022). El cambio climático y fenómenos como El Niño han exacerbado las fluctuaciones en los recursos marinos, afectando tanto la disponibilidad de los peces pelágicos como la estructura de la flota pesquera (Daw et al., 2009; FAO; Tresierra-Aguilar et al., 1999).

### ***Fluctuaciones de captura, CPUE y factores ambientales***

Las capturas de *C. hippurus* han mostrado una notable variabilidad a lo largo del tiempo, influenciadas por factores biológicos y ambientales. Elías et al. (2010) reportaron que *C. hippurus* representó el 48.4% de los desembarques totales de peces pelágicos grandes en Ecuador, destacándose Manta y Esmeraldas como los principales puertos de desembarque. Castro Briones (2019) identificó que las capturas en el Océano Pacífico Oriental varían estacionalmente y están afectadas por afloramientos y otros parámetros oceanográficos. Además, el Informe FiTI (2024) reportó que en Ecuador los desembarques de *C. hippurus* alcanzaron 5 587 853 t en 2022 y 7 367 297 t en 2023, evidenciando un incremento significativo en el último año.

La CPUE, un indicador clave de la eficiencia pesquera, ha mostrado fluctuaciones vinculadas a la temperatura superficial del mar (TSM) y factores como la clorofila-a y la

altura de la superficie marina (Torrejón-Magallanes et al., 2019) en la población de dorado del norte específicamente en el Pacífico Colombiano.

Kirchner et al., (2020) estandarizaron la CPUE de pesquerías e Ecuador y Perú utilizando Modelos Aditivos Generalizados (GAM) para crear índices de abundancia relativa del dorado. En Perú, se utilizó un GAM con distribución gamma para estandarizar la CPUE por peso, incorporando variables como año, mes y capacidad del buque, con índices diferenciados para tres regiones (Norte, Centro y Sur). En Ecuador, varios GAMs fueron evaluados, y el modelo con distribución gamma se ajustó mejor a los datos entre 2007 y 2014. Estos modelos sugieren que la CPUE refleja principalmente una disminución gradual de las cohortes a lo largo del tiempo (Maunder & Punt, 2004).

### ***Impacto de El Niño en la distribución del dorado***

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) ha tenido un impacto significativo en la distribución y abundancia de *C. hippurus* en el Océano Pacífico Oriental. Martínez-Ortiz et al. (2015) documentan que los eventos El Niño tienden a desplazar las capturas de dorado, lo que provoca fluctuaciones en los desembarques de esta especie en Ecuador. Durante los episodios de El Niño, las temperaturas superficiales del mar aumentan, lo que puede alterar la distribución de las especies pelágicas y cambiar los patrones de desembarque. Estudios como el de Herrera et al. (2010) muestran que el ingreso de agua cálida hasta profundidades de 40 metros durante un evento El Niño en 2008 afectó negativamente las capturas de dorado en la costa ecuatoriana. Estos hallazgos refuerzan la importancia de entender la relación entre los fenómenos climáticos y las pesquerías, ya que fenómenos como El Niño pueden tener un efecto duradero en la productividad y sostenibilidad de la pesca en Ecuador.

### ***Evaluaciones de stock de dorado en Ecuador y la región***

Roa-Ureta et al. (2024) indican que a lo largo del período 2004-2019, la pesca del dorado en el Pacífico Sudeste se mantuvo dentro de límites sostenibles, con tasas de explotación bien controladas y una mortalidad natural estimada de 0.339 por mes, los cambios en las condiciones ambientales, especialmente durante los años cálidos de El Niño (ENSO), afectaron la dinámica poblacional del stock, acelerando su crecimiento en estos períodos, señalan también que las capturas siempre estuvieron por debajo de los niveles de cosecha sostenible, incluso durante las fluctuaciones más amplias causadas por los años cálidos. Esta gestión exitosa a lo largo del tiempo destaca la efectividad de las medidas de manejo actuales, pero también subraya la necesidad de seguir incorporando factores ambientales y ecosistémicos para garantizar la sostenibilidad a largo plazo, especialmente en respuesta a eventos climáticos como ENSO.

La CIAT en el año 2016 culminó una evaluación exploratoria en el OPO sur, utilizando el modelo Stock Synthesis con datos de CPUE y composición por talla entre 2007 y 2015, obteniendo un ajuste adecuado a las pesquerías ecuatorianas. Los resultados sugieren que las capturas recientes se encontraron cercanas al Rendimiento Máximo Sostenible (RMS); sin embargo, la falta de puntos de referencia impidió conclusiones definitivas sobre el estado de la población. (Aires-da-Silva et al., 2016)

El estudio realizado por Kirchner et al. (2020) evaluó la pesquería de *C. hippurus* en Ecuador, utilizando modelos de evaluación de stock que incorporaron datos de captura, esfuerzo pesquero y composición por tallas desde 2004 hasta 2019. Los resultados indicaron que, a lo largo del período estudiado, la biomasa del stock se mantuvo estable, con promedios de 90 000 toneladas de biomasa total y 18 000 toneladas de biomasa reproductora. Las tasas de mortalidad por pesca estuvieron dentro de niveles sostenibles, y el rendimiento máximo sostenible (MSY) se estimó en 89 211 toneladas, superando en

un 17% la captura anual más alta registrada. El estudio también destacó la importancia de considerar las fluctuaciones estacionales y ambientales, especialmente las asociadas al fenómeno de El Niño (ENSO), en la gestión de la pesquería. (Kirchner et al., 2020).

### ***Políticas de manejo actuales y su efectividad***

La regulación de la pesquería de *C. hippurus* en Ecuador ha evolucionado a lo largo del tiempo, con el objetivo de asegurar la sostenibilidad del recurso y responder a los cambios en las prácticas pesqueras y la dinámica ambiental.

El Acuerdo Ministerial No. 070, emitido el 19 de mayo de 2011, establece medidas clave para la regulación de la pesquería de *C. hippurus* (dorado) en Ecuador. Entre las disposiciones principales se incluye una veda total de la pesca dirigida al dorado desde el 1 de julio hasta el 7 de octubre de cada año, con el objetivo de proteger a las poblaciones juveniles. Durante este período, se permite la pesca incidental, siempre que los ejemplares capturados no midan menos de 80 cm de longitud total.

El acuerdo también establece mecanismos de control para la pesca incidental, los cuales serán gestionados por inspectores de pesca que emitirán certificados de monitoreo y guías de movilización, asegurando la trazabilidad del recurso. Durante la veda, se permite un máximo del 2% de captura incidental en barcos cerqueros y del 8% en barcos palangreros y de artes menores, por cada viaje de pesca.

Fuera del período de veda, entre el 8 de octubre y el 30 de junio, se permite hasta un 10% de captura de ejemplares de talla menor a los 80 cm en cada desembarque, con el resto del volumen de pesca cumpliendo con el tamaño mínimo establecido.

El uso de anzuelos de tipos específicos, como los anzuelos tipo "J" (números 3, 4 y 5) y los anzuelos circulares C14 y C15, está regulado para la pesca dirigida al dorado. Además, se prohíbe el uso del palangre doradero durante la veda.

En 2018, con el fin de ajustar las medidas de manejo a las nuevas realidades de la pesca, se emitieron dos acuerdos adicionales: el Acuerdo Ministerial Nro. MAP-SRP-2018-0127-A y el Acuerdo Ministerial Nro. MAP-SRP-2018-0157-A. Estos acuerdos modificaron el porcentaje permitido de captura incidental durante la veda, aumentando el límite al 10% del volumen de desembarques para embarcaciones atuneras y al 15% para barcos longline y artes menores. Estos ajustes buscaban flexibilizar las regulaciones en función de la capacidad operativa de las diferentes flotas y tipos de artes de pesca.

Sin embargo, estas disposiciones fueron reevaluadas y, mediante el Acuerdo Ministerial Nro. MAP-SRP-2018-0182-A, emitido posteriormente en 2018, se derogaron los acuerdos Nro. MAP-SRP-2018-0127-A y Nro. MAP-SRP-2018-0157-A. Este nuevo acuerdo ratificó la vigencia de todas las disposiciones originales del Acuerdo Ministerial Nro. 070 de 2011, reafirmando su posición como el principal marco regulador para la pesquería del dorado en Ecuador. Así, el Acuerdo Ministerial Nro. 070 de 2011, con sus disposiciones sobre tamaño mínimo de captura, vedas y tipos de anzuelos permitidos, sigue siendo la normativa clave para garantizar la sostenibilidad del dorado en las aguas ecuatorianas.

Para abordar los problemas de sostenibilidad en la pesquería de dorado, el gobierno ecuatoriano implementó el Plan de Acción Nacional para la Conservación y el Manejo del Recurso Dorado (PAN Dorado) en 2010 (Martínez-Ortiz y Guerrero-Verduga, 2013). Este plan incluye estrategias de manejo sostenible, control y vigilancia, investigación y reducción de la captura incidental. En 2019, se presentó una nueva versión del plan que

abarca el período 2019-2024 (Villón y Gómez, 2019). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, persisten desafíos relacionados con la falta de financiamiento a largo plazo y la débil coordinación interinstitucional. Canales et al. (2024) proponen que la implementación de Reglas de Control de Captura (HCR), basadas en el monitoreo de especies indicadoras y ajustes en el esfuerzo pesquero, podría estabilizar la pesquería y reducir el riesgo de sobreexplotación, especialmente en especies como el dorado, vulnerables a la sobrepesca. A nivel regional, el proyecto Por la Pesca (2019) concluyó que las tasas de explotación de *C. hippurus* en el Pacífico sudeste se mantuvieron dentro de límites sostenibles hasta 2019, incluso durante fluctuaciones ambientales significativas (Roa-Ureta et al., 2024).

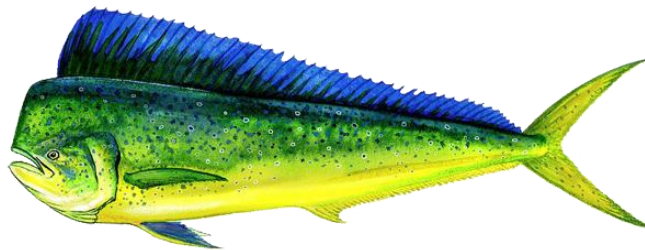
## Marco conceptual

### *Biología básica del pez dorado (C. hippurus)*

Es una especie pelágica que habita tanto en aguas abiertas como cerca de la costa, formando cardúmenes y alimentándose de una amplia variedad de presas, incluidos peces, zooplancton, crustáceos y calamares (Eschmeyer et al., 1983; Yamada et al., 1995; Randall, 1995). Alcanza la madurez sexual entre los 4 y 5 meses, con registros de maduración a los 3 meses en condiciones de cautiverio (Randall, 1995). La especie desova en mar abierto, pero se aproxima a la costa cuando la temperatura del agua aumenta, con huevos y larvas de carácter pelágico (Yamada et al., 1995). Su captura se realiza mediante líneas de curricán, palangres atuneros, y ocasionalmente con redes de deriva (Frimodt, 1995). Además, es de gran importancia comercial y se vende tanto fresco como congelado, siendo altamente valorado en el mercado (Frimodt, 1995).

### *Morfología*

El dorado presenta características distintivas, como una cabeza grande y cuerpo profundo en los adultos, con una coloración verde y dorada en la superficie dorsal y plateada en los flancos (Collette, 1999). Su cuerpo está cubierto por escamas pequeñas y un patrón de manchas dispersas que varía según el ambiente. (Figura 2)



**Figura 2.** Ilustración de un espécimen de dorado (*C. hippurus*)

### ***Taxonomía***

**Reino:** Animalia

**Filo:** Chordata

**Clase:** Actinopterygii

**Orden:** Carangiformes

**Familia:** Coryphaenidae

**Género:** Coryphaena

**Especie:** *C. hippurus* (Linnaeus, 1758)

### ***Características morfológicas***

**Talla máxima:** 210 cm de longitud total (TL), aunque el tamaño común es de aproximadamente 100 cm (Collette, 1999). El peso máximo publicado es de 40 kg. (Allen y Steene, 1988.)

**Edad máxima registrada:** 4 años. (Uchiyama et al, 1986)

### ***Distribución y hábitat***

El dorado es una especie pelágica altamente migratoria, distribuida en los océanos Atlántico, Índico y Pacífico, específicamente en aguas tropicales y subtropicales. Se puede encontrar desde la superficie hasta profundidades de 85 metros, prefiriendo temperaturas entre los 21°C y 30°C. Es común en aguas marinas, pero también puede habitar zonas de transición, como aguas salobres y oceánicas (Riede, 2004).

## **Definiciones generales de las variables de estudio de la pesquería de dorado (*C. hippurus*)**

### *Variables dependientes*

**Desembarques/Descargas.** Es la cantidad de pescado capturados que se descargan o "desembarcan" en los puertos después de una operación de pesca. Este término se refiere al peso o volumen total de la captura que es descargada y registrada, y suele incluir tanto las especies objetivo como las capturas incidentales. Los desembarques son una métrica clave en las estadísticas pesqueras, ya que proporcionan una medida directa de la cantidad y peso (kg) de recurso.

**Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE).** La CPUE es un indicador clave de la abundancia relativa de una población pesquera y del esfuerzo de pesca. Se define como la cantidad de peces capturados por una unidad de esfuerzo, que puede ser días de pesca, lances, o cualquier otra medida del trabajo de pesca. Es esencial porque permite a los gestores pesqueros evaluar la eficiencia de la actividad pesquera sin necesidad de conocer la población total. Aunque la CPUE no es siempre directamente proporcional a la población, sirve como la mejor medida disponible para inferir la abundancia en una pesquería.

La FAO define a la CPUE como “*La cantidad de pescado capturado (en número o en peso) con una unidad estándar de esfuerzo de pesca; ej., número de peces capturados por 1 000 anzuelos por día, o peso del pescado, en toneladas, capturado por hora de arrastre. La CPUE a menudo se usa como índice de la biomasa (o abundancia) de los peces. Se conoce a veces como tasa de captura.*” (FAO, 2001).

**Pesca objetivo.** Se refiere a la captura intencionada en este caso a peces pelágicos grandes, particularmente al dorado (*C. hippurus*). Las flotas pesqueras suelen utilizar el arte de pesca palangre de superficie con anzuelos tipo J# 4 y 5 y C# 14 y 15. (FAO, 2001).

**Pesca incidental.** La pesca incidental se refiere a la captura no intencionada de especies distintas al objetivo principal durante las actividades pesqueras. En el caso de la pesca de dorado, que utiliza palangres de superficie, la pesca incidental ocurre cuando otras especies pelágicas como tiburones quedan atrapadas en los anzuelos. A menudo, estas capturas incidentales pueden incluir especies protegidas o en peligro de extinción, lo que representa un desafío para la sostenibilidad. Aunque no se busca capturar estas especies, la pesca incidental es inevitable en operaciones pesqueras. (FAO, 2001).

#### ***Variables independientes pesqueras***

**Esfuerzo pesquero.** El esfuerzo pesquero en la pesca de dorado con palangre se refiere a la cantidad de recursos utilizados por las flotas para capturar esta especie en un área determinada y durante un período específico. En la pesca con palangre, el esfuerzo pesquero generalmente se mide por el número de anzuelos calados, la longitud del palangre desplegado, el número de viajes o días en el mar, y la cantidad de horas que las líneas permanecen en el agua. Un mayor esfuerzo pesquero puede implicar más anzuelos, barcos o tiempo dedicado a la pesca. (FAO, 2001). Las variables de esfuerzo pesquero consideradas en este estudio se describen a continuación:

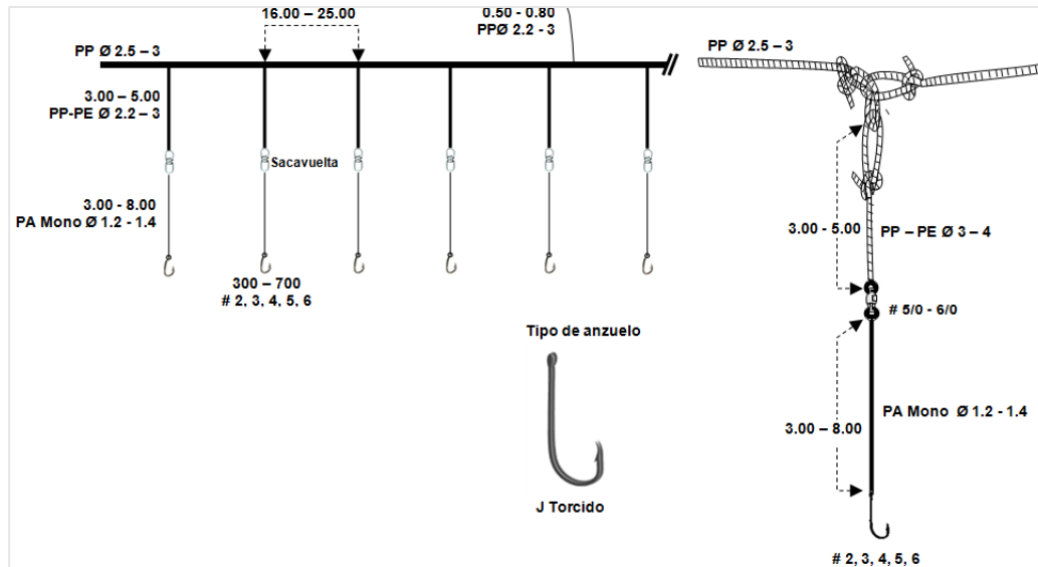
**Tiempo de pesca.** El tiempo de pesca es el tiempo efectivo que un barco pasa pescando, excluyendo los períodos no productivos, como el mal tiempo o la navegación hacia las áreas de pesca. Este concepto es fundamental para evaluar correctamente el esfuerzo pesquero. La cantidad de tiempo que un barco dedica a capturar peces afecta directamente la precisión de la CPUE, ya que más tiempo en el caladero puede resultar

en una mayor captura, reflejando mejor la densidad de la población en las áreas donde se pesca. (FAO, 2001).

**Flota activa.** Se refiere al conjunto de embarcaciones que están operando activamente en una pesquería durante un período determinado. Estas embarcaciones realizan actividades pesqueras como capturar, transportar y desembarcar productos del mar. A diferencia de la flota total, que incluye todas las embarcaciones registradas, la flota activa se limita a aquellas que están efectivamente dedicadas a la pesca en un momento dado. La identificación y el análisis de la flota activa es crucial para estimar el esfuerzo pesquero y su impacto sobre los recursos marinos, ya que no todas las embarcaciones registradas pueden estar operando de manera continua o en la misma intensidad. (FAO, 2001).

**Arte de pesca, palangre fino superficial (doradero).** El palangre fino superficial, también conocido como "palangre doradero", es un método de pesca pasiva que utiliza una línea madre de la cual cuelgan líneas verticales, llamadas reinales, con anzuelos en sus extremos (Castro & Rosero, 1993). Este arte de pesca se utiliza tanto por la flota nodriza industrial como por las fibras autónomas, y su objetivo principal es la captura del dorado. (Figura 3)

El uso del palangre superficial es más común entre los meses de octubre a febrero, coincidiendo con el incremento de la temperatura superficial del mar (TSM). Dependiendo de la región, los anzuelos varían en tamaño: en Manabí, Santa Elena y El Oro se emplean anzuelos tipo J #3, 4 y 5 y tipo C #14 y 15. Este arte de pesca suele calarse a nivel superficial, con entre 200 y 800 anzuelos por lance. (Flores y Bravo, 2024)



**Figura 3.** Esquema del palangre artesanal utilizado en la pesca de especies pelágicas en Ecuador. Tomado de Castro (2013).

**Flota industrial nodriza.** Son embarcaciones con TRN que oscila entre 4 y 45 toneladas, las cuales tienen una doble función: actúan como barcos pesqueros y también como centros de acopio. Estas embarcaciones suelen estar acompañadas por una flotilla de unidades menores, generalmente de casco de fibra de vidrio, con un rango de entre 1 y 10 embarcaciones. Todas estas embarcaciones operan en la misma área simultáneamente, lo que maximiza el volumen de descarga, registrándose como un solo esfuerzo pesquero. (Flores y Bravo, 2024)

**Carnada.** Variable categórica, que indica el tipo de cebo utilizado para la captura de merluza. Para el presente estudio se tomó en consideración únicamente las carnadas de uso constante: Calamar (*Dosidicus gigas*) y botella (*Auxis thazard*)

**Zonas de pesca.** Las zonas de pesca son áreas geográficas delimitadas donde se desarrollan actividades pesqueras, caracterizadas por la presencia de especies marinas de interés comercial. Estas zonas pueden variar dependiendo de factores como las corrientes oceánicas, la temperatura del agua, la disponibilidad de alimentos y las

migraciones estacionales de las especies objetivo. En el caso del dorado (*C. hippurus*), las principales zonas de pesca suelen encontrarse en aguas tropicales y subtropicales, especialmente en áreas de alta productividad biológica.

**Zonas productivas.** Son áreas geográficas donde la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE) es mayor, lo que sugiere una alta abundancia de recursos pesqueros o una mayor eficiencia en la captura de especies específicas, como el dorado. Estas áreas suelen estar localizadas en regiones donde las condiciones ambientales favorecen la acumulación de biomasa, como las áreas de surgencia, donde las corrientes oceánicas traen nutrientes desde el fondo marino hacia la superficie, promoviendo una alta productividad primaria.

**Políticas de manejo pesquero.** Son un conjunto de regulaciones, directrices y acciones diseñadas para regular la actividad pesquera con el fin de garantizar la sostenibilidad de los recursos marinos. Estas políticas incluyen la implementación de límites de captura, la designación de temporadas de pesca, la restricción de áreas de pesca, y la regulación de los métodos y artes de pesca permitidos.

**Condiciones socioeconómicas.** Se refiere al contexto económico y social en el que se desarrolla la actividad pesquera. Factores como el acceso a mercados, los precios de los productos pesqueros, el nivel de desarrollo de las infraestructuras pesqueras, y las condiciones de vida de las comunidades pesqueras influyen en las decisiones relacionadas con el esfuerzo pesquero.

### ***Variables independientes ambientales***

**ENSO (El Niño-Southern Oscillation) Fenómeno El Niño.** El Niño es un fenómeno climático que ocurre en intervalos irregulares, aproximadamente cada dos a siete años, y está asociado con un calentamiento inusual de las aguas superficiales del océano Pacífico

central y oriental. Este evento puede alterar los patrones climáticos a nivel global, afectando las corrientes oceánicas y los ecosistemas marinos. En particular, El Niño puede desplazar especies marinas hacia aguas más frías, alterando su distribución y reduciendo las capturas pesqueras en regiones afectadas por el aumento de temperatura.

**ENSO (El Niño-Southern Oscillation) Fenómeno La Niña.** La Niña es el fenómeno climático opuesto a El Niño, caracterizado por un enfriamiento de las aguas superficiales del océano Pacífico. A menudo, La Niña mejora la productividad marina debido a un mayor afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes, lo que beneficia a las especies pelágicas. Este fenómeno tiende a aumentar la abundancia de peces como el dorado en el Pacífico oriental, favoreciendo las capturas debido a la mayor disponibilidad de alimento en el ecosistema marino

**TSM (Temperatura Superficial del Mar).** Variable continua medida en grados Celsius empleada para describir el estado termodinámico de la superficie del mar. Esta magnitud se obtuvo de sistemas del sensor MODIS-AQUA con resolución de 4 km y fue tomada de la plataforma Giovanni (NASA) (NASA/GSFC/HSL, 2023).

**SOI (Índice de Oscilación del Sur).** Variable continua, es la diferencia de los valores superficiales de presión atmosférica entre la isla Tahití y Darwin (Australia). Este índice se relaciona con la presencia del Fenómeno del Niño (ENOS) y tiene una relación inversa con el aumento o disminución de la anomalía de la TSM. Los datos fueron obtenidos de la NOAA (NOAA, 2025)

**Salinidad.** Se refiere a la concentración de sales disueltas en el agua, generalmente medida en partes por mil (‰ o ppt). La salinidad es un factor ambiental clave que afecta la distribución y el comportamiento de las especies, incluida la productividad de las pesquerías. Para muchas especies, como el dorado (*C. hippurus*), la salinidad influye en

su migración, alimentación y reproducción, ya que ciertas zonas con niveles óptimos de salinidad pueden ofrecer condiciones más adecuadas para su desarrollo.

**Clorofila.** En el contexto de los ecosistemas marinos, la concentración de clorofila en el agua es un indicador de la productividad primaria, ya que mide la cantidad de fitoplancton presente. Las áreas con mayor concentración de clorofila suelen ser zonas altamente productivas y ricas en nutrientes, lo que favorece la presencia de especies marinas como el dorado (*C. hippurus*). En el manejo pesquero, el monitoreo de los niveles de clorofila es crucial para identificar las zonas donde es probable que se concentren grandes cantidades de peces.

**Distribución espacial de la pesca.** Se refiere a cómo se distribuyen las actividades pesqueras a lo largo de distintas áreas geográficas. Esta distribución se basa en la presencia de las especies objetivo y otros factores como las corrientes oceánicas, la temperatura del agua, la profundidad y la accesibilidad de los caladeros. Un análisis detallado de la distribución espacial ayuda a identificar áreas con alta concentración de la especie y permite a los gestores pesqueros implementar medidas de conservación o expansión de esfuerzos en las zonas adecuadas. Esto es esencial para optimizar el esfuerzo pesquero y reducir la sobreexplotación de áreas críticas.

# METODOLOGÍA

## **Enfoque**

El estudio adopta un enfoque metodológico multidimensional, integrado por componentes biológicos, ambientales y socioeconómicos, cuya articulación permite analizar la dinámica del recurso *C. hippurus* desde una perspectiva sistémica. La integración se realizó mediante la estandarización de la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), indicador que actúa como eje transversal para relacionar la disponibilidad del recurso, la influencia de variables oceanográficas y las respuestas operativas de la flota artesanal y nodriza. De esta manera, los componentes se integran en un diseño único que combina análisis de abundancia relativa, evaluación ambiental y comprensión socioeconómica de la actividad pesquera.

**Enfoque biológico.** Este componente se orienta a caracterizar la abundancia relativa del dorado mediante la evaluación temporal y espacial de la CPUE. A partir de las capturas registradas por la flota palangrera se identificarán patrones de variación asociados a la disponibilidad del recurso, posibles fluctuaciones poblacionales y cambios en la distribución de la especie.

**Enfoque ambiental.** En este enfoque se analizará el efecto de variables oceanográficas, como la temperatura superficial del mar, los niveles de clorofila y otros parámetros físico-químicos disponibles para la región. Estas variables se integran al análisis biológico mediante modelos que permiten evaluar su influencia sobre la CPUE, lo que facilita interpretar la respuesta del recurso ante condiciones oceanográficas cambiantes, incluidos eventos cálidos o fríos.

**Enfoque socioeconómico.** Este componente examina cómo la variación en la CPUE y las decisiones de manejo pesquero se reflejan en la actividad económica de las comunidades que dependen del dorado. Se considerarán factores como la implementación de vedas, el acceso a zonas de pesca y los cambios en el esfuerzo pesquero, con el fin de identificar cómo las condiciones del recurso influyen en la dinámica productiva local.

## **Esquema metodológico**

El esquema metodológico global se estructuró en cinco fases: (1) recopilación de datos oficiales (CMCDP y bitácoras), (2) depuración, estandarización y validación de bases de datos, (3) análisis descriptivo de los desembarques, (4) estandarización de la CPUE, y (5) descripción de variables ambientales y temporales y espaciales.

## **Modalidad de investigación**

La investigación se enmarca en un enfoque cuantitativo, dado que se utilizan datos numéricos provenientes de registros oficiales de desembarques, esfuerzo pesquero y variables ambientales. Este tipo de enfoque permite medir, comparar y analizar el comportamiento del recurso *C. hippurus* mediante indicadores como la CPUE, tal como se recomienda en estudios orientados al análisis estadístico de poblaciones y procesos ecológicos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Asimismo, se adopta un diseño descriptivo, cuyo propósito es caracterizar el estado actual de la pesquería en términos de esfuerzo, capturas y distribución espacial. Los estudios descriptivos son apropiados en investigaciones de recursos naturales, ya que permiten documentar tendencias y patrones observables sin manipular las variables del sistema (Babbie, 2021).

Finalmente, el estudio incorpora un diseño analítico, orientado a examinar la relación entre las variables pesqueras y ambientales y la abundancia relativa del dorado. Este tipo de diseño permite evaluar asociaciones y posibles efectos entre factores ecológicos y pesqueros mediante modelos cuantitativos, sin inferir causalidad estricta, siguiendo los lineamientos para análisis ecológicos multivariados propuestos por Sokal y Rohlf (2012).

### **Alcance de la investigación**

- **Alcance temporal:** El estudio abarcó el período comprendido entre los años 2014 y 2022 para los análisis descriptivos de la CPUE, mientras que para el análisis espacial solo se consideraron los datos disponibles de la flota nodriza del 2014 al 2017.
- **Alcance en la *CPUE<sub>e</sub>* estandarizada (Variables evaluadas):** La temperatura superficial del mar (TSM), el Índice de Oscilación del Sur (SOI), la salinidad, la clorofila A, la precipitación, el tipo de flota.
- **Alcance de la flota:** Se tomaron en cuenta únicamente las embarcaciones de la flota artesanal de fibras y los barcos nodrizas que utilicen palangre de superficie fino, también denominado “palangre doradero”.
- **Alcance espacial:** El análisis espacial se realizó en función de los datos disponibles de la flota nodriza y la flota artesanal autónoma que opera tanto dentro como fuera de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Ecuador. Para mejor comprensión de la pesca se establecieron 8 cuadrantes en la zona de pesca:
- **Alcance de la data:** La investigación se basará exclusivamente en datos de desembarques y bitácoras de pesca proporcionada por los pescadores en el periodo comprendido entre 2014 y 2022.

## **Diseño de investigación**

La investigación se desarrolla bajo un diseño exploratorio, descriptivo y correlacional, de naturaleza no experimental y transeccional-longitudinal.

**Exploratorio:** debido a la escasa información específica sobre la dinámica del dorado en la región sur del Ecuador, y la necesidad de identificar patrones preliminares (Dankhe, 1989).

**Descriptivo:** orientado a caracterizar las tendencias temporales y espaciales del recurso y del esfuerzo pesquero, sin manipular variables (Babbie, 2021).

**Correlacional:** permite analizar asociaciones entre la CPUE y factores ambientales y pesqueros mediante modelos GAM (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

**No experimental:** los datos provienen de registros oficiales sin intervención del investigador.

**Longitudinal:** analiza series de tiempo entre 2014–2022.

### ***Fuente de datos***

La información utilizada en este estudio proviene de dos instrumentos oficiales empleados en el monitoreo de desembarques realizado por la Subsecretaría de recursos Pesqueros (SRP) del Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP): el Certificado de Monitoreo y Control de Desembarque de Pesca (CMCDP) y la bitácora de pesca.

El CMCDP es completado por inspectores de pesca durante los desembarques y contiene información operativa y biológica relevante, entre ella: identificación de la embarcación (nombre, matrícula), fechas de salida, arribo y desembarque, tipo de flota y arte de pesca, así como el detalle del aparejo utilizado (número y tipo de anzuelos, tipo de carnada).

También incluye la composición de la captura, expresada como peso y número de individuos por especie, y observaciones técnicas sobre la faena. Este instrumento constituye el documento principal para la recolección estandarizada de datos de captura y esfuerzo, conforme a los lineamientos internacionales de FAO para estadísticas pesqueras (FAO, 1999; FAO, 2016).

La bitácora de pesca adjunta al CMCDP para la flota nodriza, es registrada por el capitán de pesca durante la faena contiene la información más detallada del viaje, incluyendo las coordenadas geográficas de cada lance, días de pesca, número de anzuelos calados y observaciones del desempeño operativo. La bitácora es la única fuente oficial con información espacial directa del esfuerzo pesquero, y su integración al CMCDP permite consolidar los datos del viaje para análisis posteriores.

La población de estudio estuvo conformada por el total de viajes de pesca registrados oficialmente para las dos flotas consideradas: 11 772 viajes correspondientes a la flota artesanal y 261 viajes correspondientes a la flota nodriza.

Debido a que se dispuso de la totalidad de registros validados por el sistema de monitoreo pesquero del MPCEIP, se aplicó un muestreo censal, técnica apropiada cuando se analiza el universo completo de unidades disponibles en bases administrativas (FAO, 1999).

Ambos instrumentos son obligatorios para cualquier embarcación que arribe en territorio ecuatoriano y garantizan la consistencia de la información reportada en los desembarques artesanales e industriales.

### ***Sistematización de datos***

Toda la información sobre los desembarques de pesca se registra en el Sistema de Reportería de la Dirección de Control Pesquero (DCP) de la SRP. A partir de abril de

2024, se implementó el Sistema Integrado de Acuicultura y Pesca (SIAP), que digitaliza el proceso y permite la emisión del CMCDP de manera electrónica en tiempo real, mejorando la eficiencia y trazabilidad de las actividades pesqueras.

### ***Depuración y estandarización de bases de datos***

El proceso de depuración y estandarización de bases de datos se llevó a cabo con el fin de asegurar la calidad y consistencia de la información proveniente del CMCDP y de las bitácoras de pesca. Esta etapa inició con la eliminación de registros duplicados por viaje, matrícula o fecha, así como con la corrección de errores de digitación y la revisión de inconsistencias entre ambos instrumentos, especialmente en el caso de la flota nodriza.

Posteriormente, se realizó la estandarización de variables. Este proceso incluyó la homogeneización de los nombres de embarcaciones, artes de pesca, especies y cuadrantes, junto con la normalización de unidades de medida —kilogramos para el peso y número de anzuelos para el esfuerzo— y la unificación de los formatos de fecha.

En la fase de reorganización estructural, se transformaron bases horizontales a un formato vertical, lo que facilitó el análisis estadístico. Además, se construyeron y validaron tablas dinámicas para integrar la información de captura, esfuerzo y ubicación geográfica procedente de las bitácoras y del CMCDP.

El tratamiento de valores atípicos incluyó su identificación mediante reglas estadísticas (Tukey y percentiles) y la verificación mediante gráficos exploratorios, como boxplots y series temporales. En los casos donde las anomalías no pudieron ser verificadas, los registros fueron excluidos de manera justificada tras la revisión con inspectores o técnicos responsables.

Finalmente, se realizó una revisión integral de coherencia mediante distintos tipos de ploteo para verificar la continuidad temporal y la consistencia entre variables biológicas y operativas.

## **Análisis estadísticos**

### ***Análisis de Desembarques***

Se aplicaron métodos estadísticos no paramétricos debido a la naturaleza de los datos y la ausencia de normalidad en su distribución. Se comparó la eficiencia de captura entre la flota nodriza e industrial mediante la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (W), adecuada para evaluar diferencias en distribuciones independientes sin asumir normalidad. Adicionalmente, para examinar la evolución de los desembarques a lo largo del tiempo y entre flotas, se aplicó la misma prueba para detectar diferencias significativas en los patrones de descarga.

El análisis de tendencias de desembarque se realizó mediante cálculos de medias y desviaciones estándar para evaluar la variabilidad interanual, junto con gráficos de series temporales que ilustran las fluctuaciones en los volúmenes descargados por cada tipo de flota. Se calcularon valores promedio y errores estándar para describir la dispersión de los datos y facilitar su interpretación. Para evaluar la estabilidad y cambios en los desembarques, se compararon los valores máximos y mínimos dentro del periodo de estudio.

### ***Estandarización de la CPUE mediante Modelos Aditivos Generalizados (GAM)***

Los GAM han demostrado ser una herramienta robusta para modelar relaciones no lineales en pesquerías pelágicas, especialmente en contextos altamente variables como el Pacífico oriental (Maunder & Punt, 2004).

La CPUE se calculó integrando la captura total por viaje y el número de anzuelos calados, siguiendo estándares regionales para pesquerías de grandes pelágicos (Aires-da-Silva et al., 2016):

$$CPUE = \frac{\text{Captura (kg)}}{\text{Número de anzuelos}}$$

Posteriormente, se integraron las variables ambientales disponibles para el área de estudio, incluyendo Temperatura Superficial del Mar (TSM), salinidad, clorofila-a, índice SOI y eventos ENOS. La flota (nodriza o artesanal), el cuadrante de pesca y el mes de operación también se incluyeron como predictores debido a su relevancia en la dinámica del dorado en el Pacífico (Oxenford, 1999; Martínez-Ortiz et al., 2015).

Los GAM permiten capturar patrones no lineales entre la CPUE y las variables ambientales, que suelen presentar relaciones complejas en especies altamente migratorias. La orma general del modelo aplicado fue:

$$CPUE_e = \beta_0 + s(\text{Mes}) + s(\text{Año}) + \text{Flota} + \text{Cuadrante}$$

donde:

s() corresponde a splines penalizados para capturar variaciones estacionales, interanuales y ambientales;

Flota y Cuadrante se incluyeron como factores categóricos dada la heterogeneidad operativa entre tipos de embarcaciones y zonas de pesca.

La elección de esta estructura se basa en estudios que demuestran la sensibilidad del dorado a la variabilidad estacional, térmica y oceanográfica del Pacífico ecuatorial (Zúñiga-Flores et al., 2008; López-Martínez et al., 2024)

### **Validación de supuestos estadísticos**

La validación de los supuestos estadísticos del modelo se realizó mediante un conjunto de diagnósticos enfocados en evaluar la estructura de los residuos y la estabilidad del ajuste. En primer lugar, se examinó el comportamiento de los residuos para verificar la normalidad mediante gráficos QQ-plot, así como la homocedasticidad a través de la inspección de los residuos frente a los valores ajustados. Adicionalmente, se evaluó la independencia temporal utilizando funciones de autocorrelación simples (ACF) y parciales (PACF), con el fin de identificar posibles patrones temporales no explicados por el modelo.

Posteriormente, se exploró la presencia de sobreajuste verificando que el índice  $k$  fuese mayor a 1 y que los grados efectivos de libertad (EDF) de los suavizadores no alcanzaran el máximo permitido por las restricciones del modelo. Estos indicadores permitieron confirmar que la complejidad del modelo no excediera lo necesario para explicar la variabilidad observada en la CPUE.

Asimismo, se evaluó la influencia de observaciones extremas mediante el análisis de *leverage* y la distancia de Cook, con el propósito de identificar viajes de pesca con una influencia desproporcionada en la estimación de los parámetros. La revisión de estos indicadores aseguró que ninguna observación individual distorsionara la estructura general del modelo.

Finalmente, la calidad del ajuste se determinó considerando el  $R^2$  ajustado, la devianza explicada y la coherencia ecológica entre los valores predichos y los datos observados. Este conjunto de criterios permitió garantizar que el modelo GAM fuera robusto, interpretable y consistente con el comportamiento biológico y espacial reportado para *C. hippurus* en el Pacífico ecuatoriano. Todo el procedimiento se fundamentó en

lineamientos metodológicos ampliamente aceptados para modelos GAM en ecología marina (Wood, 2017; Zuur et al., 2009).

### **Selección del modelo final**

Para comparar modelos sucesivos se emplearon criterios ampliamente utilizados en estandarización de índices de abundancia (Maunder & Punt, 2004; Wood, 2017):

- AIC (Akaike Information Criterion): se seleccionó el modelo con el AIC más bajo.
- Generalized Cross-Validation (GCV): permitió identificar el grado óptimo de suavizamiento.
- Devianza explicada (%): se evaluó la capacidad descriptiva del modelo.
- $R^2$  ajustado: para comparar modelos con diferente número de predictores.
- Valores EDF: evitando sobreajuste en las funciones suavizadas.
- Significancia estadística ( $p < 0.05$ ) y coherencia ecológica.

El modelo final correspondió al que optimizó simultáneamente estos criterios y mantuvo interpretabilidad biológica en el contexto de la pesquería de Anconcito.

### **Prueba de significancia de variables**

Para evaluar la significancia de cada término suavizado, se calcula un estadístico  $F$  y su valor  $p$  mediante la función de suavizamiento  $s(\cdot)$  en el modelo GAM. Las variables con  $p < 0.05$ , se consideran estadísticamente significativas y relevantes para la CPUE ajustada.

### ***Descriptivos de factores temporales y pesqueros***

**Comparación de CPUEe entre tipos de flota.** Se utilizó la prueba de Wilcoxon-Mann-Whitney (W) para evaluar diferencias en la distribución de la CPUEe entre la flota

industrial nodriza y la flota artesanal. Esta prueba no paramétrica fue elegida debido a la ausencia de normalidad en los datos, detectada mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $p < 0.05$ ).

**Análisis interanual y estacional.** Para evaluar diferencias en la *CPUEe* entre años y meses, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis ( $\chi^2$ ), adecuada para detectar variaciones en grupos con distribuciones no normales. Se realizaron comparaciones post-hoc con la prueba de Dunn ajustada por Bonferroni, determinando qué años y meses presentaban diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

**Factores ambientales.** Se ajustaron modelos aditivos generalizados (GAM) con la función *mgcv::gam* en R, utilizando la *CPUEe* como variable respuesta y factores ambientales como predictores (TSM, salinidad, clorofila A, precipitación y SOI). Se empleó una distribución *quasi-Poisson* debido a la sobre-dispersión de los datos. La selección del modelo óptimo se basó en el criterio de información de Akaike (AIC), reteniendo el modelo con el menor valor de AIC y mayor porcentaje de devianza explicada.

**Análisis de la influencia de corrientes oceánicas.** Se utilizó la prueba de Kruskal-Wallis ( $\chi^2$ ) para evaluar diferencias en la *CPUEe* entre eventos de convergencia de corrientes oceánicas (Convergencia I y II). Para identificar el impacto de la interacción entre la Corriente de Panamá y la Corriente de Humboldt, se modeló la relación entre la *CPUEe* y el gradiente de temperatura superficial del mar (TSM) mediante GAM, considerando un desfase temporal de 2 a 3 meses en la respuesta del dorado a los cambios térmicos.

**Análisis del fenómeno ENOS.** Se evaluó la relación entre la *CPUEe* y las fases del fenómeno ENOS (*El Niño*, *La Niña* y *Neutral*) mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $\chi^2$ ). Para identificar diferencias específicas entre fases, se aplicó la prueba de Dunn con

corrección de Bonferroni. Además, se ajustó un GAM para evaluar el efecto de la TSM en la *CPUEe*, explicando un 48.2% de la devianza con un efecto moderado del gradiente térmico sobre la abundancia del dorado.

### ***Análisis espacial de la pesca de dorado***

Se evaluaron datos georreferenciados de 101 viajes de pesca realizados entre 2014 y 2017 correspondientes a la flota nodriza que desembarca en Anconcito. Se emplearon técnicas de análisis geoespacial en R para mapear los puntos de pesca, la distribución del esfuerzo pesquero y la eficiencia pesquera (*CPUEe*).

**Definición de zonas de pesca.** El área de estudio se segmentó en cuadrantes espaciales delimitados por intervalos de latitud y longitud, considerando la distribución operativa de la flota nodriza:

- Cuadrante 1: -1.25° a 0.0° Lat, -92° a -86.0° Lon
- Cuadrante 2: -1.25° a 0.0° Lat, -86.0° a -80° Lon
- Cuadrante 3: -2.5° a -1.25° Lat, -92° a -86.0° Lon
- Cuadrante 4: -2.5° a -1.25° Lat, -86.0° a -80° Lon
- Cuadrante 5: -1.25° a 0.0° Lat, -86.0° a -81° Lon
- Cuadrante 6: -1.25° a 0.0° Lat, -81° a -80° Lon
- Cuadrante 7: -2.5° a -1.25° Lat, -86.0° a -81° Lon
- Cuadrante 8: -2.5° a -1.25° Lat, -81° a -80° Lon

**Distribución del esfuerzo pesquero.** El esfuerzo pesquero se cuantificó en función del número de anzuelos calados por cuadrante. Se calcularon sumatorias de anzuelos por viaje y se analizaron diferencias espaciales mediante la prueba de Kruskal-Wallis ( $\chi^2$ ) con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

**Distribución espacial de la CPUEe (kg/anuelo).** Se evaluaron diferencias entre regiones utilizando Kruskal-Wallis. Adicionalmente, se emplearon mapas de interpolación en R para visualizar la variabilidad espacial de la eficiencia pesquera.

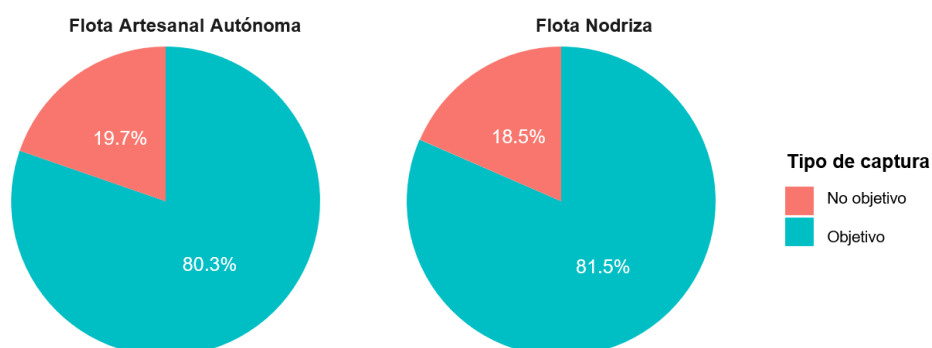
**Análisis interanual de la distribución de la CPUEe.** Se examinó la evolución de la CPUEe en los cuadrantes a lo largo del tiempo, considerando la influencia de eventos oceanográficos como El Niño y La Niña. Se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis y comparaciones post-hoc de Dunn para identificar cambios estadísticamente significativos en la distribución del recurso entre años.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Resultados

#### *Análisis de la variabilidad de los desembarques*

El porcentaje de descarga de *C. hippurus* considerada pesca objetivo fue de 80.3% para la flota artesanal autónoma y 81.5% para la flota nodriza. El porcentaje de descarga no objetivo (otros PPG y tiburones) correspondió a 19.7% y 18.5%, respectivamente (Figura 4). La comparación del porcentaje de descarga de dorado entre ambas flotas mostró diferencias estadísticamente significativas ( $W = 11\ 022\ 938$ ,  $p < 0.05$ ).



**Figura 4.** Eficiencia de captura de *C. hippurus* por tipo de flota en Anconcito, Ecuador (2014-2022)

#### **Desembarques totales por año**

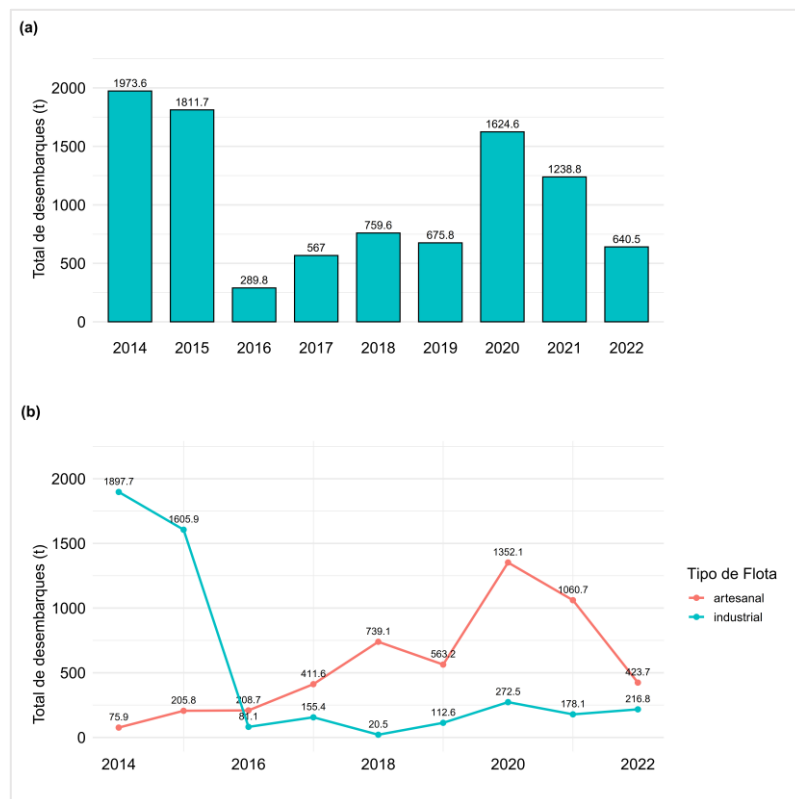
Los desembarques totales de *C. hippurus* en Anconcito presentaron un promedio de  $1064.6 \pm 579.2$  t, con un valor máximo en 2014 (1973.6 t) y un segundo pico en 2015 (1811.7 t). Se registraron valores mínimos de 289.8 t en 2016 y 567 t en 2017, seguido de incrementos parciales como 1624.6 t en 2020 y 1238.8 t en 2021 (Figura 5a).

Los desembarques mostraron diferencias entre ambas flotas, registrándose los valores más altos en 2014, cuando la flota nodriza superó a la flota artesanal. En 2016, los

desembarques de la flota artesanal fueron superiores a los de la flota nodriza. Estas diferencias fueron significativas según la prueba de Mann-Whitney ( $W = 8\,396\,928$ ,  $p < 0.05$ ) (Figura 5b).

Para la flota nodriza, los desembarques disminuyeron desde 1897.7 t en 2014 hasta 216.8 t en 2022, con una media de  $505 \pm 715$  t/año (Figura 5b).

Para la flota artesanal, los desembarques aumentaron desde 75.9 t en 2014 hasta 563.2 t en 2019, alcanzaron 1352.1 t en 2020 y luego descendieron a 423.7 t en 2022, con una media de  $560 \pm 423$  t/año (Figura 5b).



**Figura 5.** Tendencias históricas de los desembarques del pez dorado (*C. hippurus*) en Anconito, Ecuador (2014-2022). (a) Total anual de desembarques como suma de las flotas artesanal e industrial. (b) Desembarques anuales diferenciados por tipo de flota.

### *Estandarización de la CPUE*

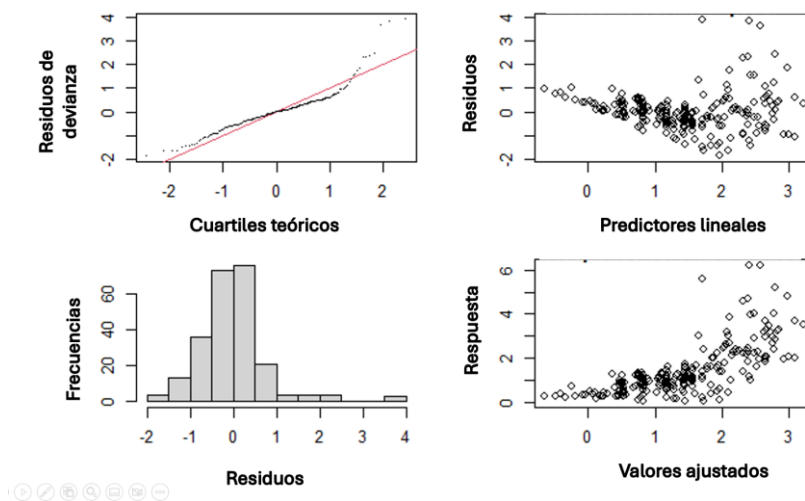
La CPUE fue ajustada mediante un modelo aditivo generalizado (GAM) con distribución gaussiana y función de enlace identidad. El modelo final incluyó las variables Tipo de

Flota, Mes, Año y Cuadrante. El ajuste obtenido presentó un valor de AIC = 617.85 y una devianza explicada del 51.69% (Tabla 1).

**Tabla 1.** Comparación de modelos GAM con distribución de Poisson para la estandarización de la CPUE de *C. hippurus* en Anconcito, Ecuador (2014-2022)

Variables	GCV	R <sup>2</sup> Ajustado	Devianza Acumulada (%)	AIC
Tipo de flota	0.92	0.32	32.41	657.27
Mes	1.15	0.18	20.35	710.36
Año	1.29	0.08	10.71	737.54
Cuadrante	1.19	0.14	16.40	717.86
Tipo_de_flota + Mes	0.86	0.39	41.11	640.48
Tipo_de_flota + Mes + Año	0.78	0.46	49.93	621.33
Tipo_de_flota + Mes + Año + Cuadrante	<b>0.80</b>	<b>0.47</b>	<b>51.69</b>	<b>617.85</b>

Los supuestos estadísticos del modelo se verificaron mediante los gráficos de diagnóstico. El QQ-plot mostró una alineación general de los residuos con la línea teórica. El histograma de residuos presentó una distribución aproximadamente simétrica alrededor de cero. En la gráfica de residuos vs. predicción lineal no se observó un patrón definido, y la relación entre valores ajustados y observados se representó sin desviaciones notorias (Figura 6).

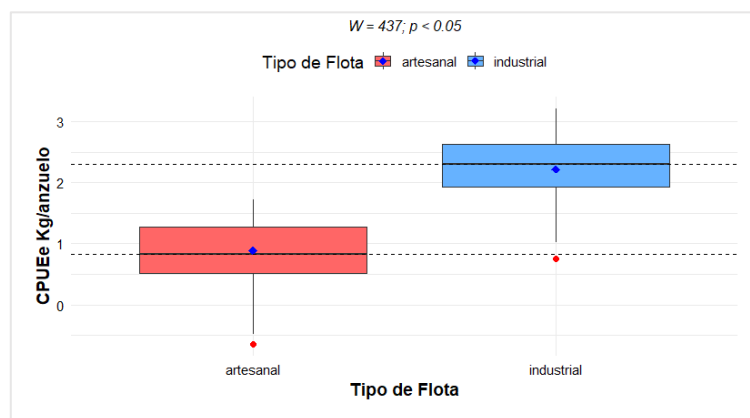


**Figura 6.** Diagnóstico del ajuste del modelo GAM con distribución de Poisson para la estandarización de la CPUE de *C. hippurus* en Anconcito, Ecuador (2014-2022)

## *Análisis descriptivos de la CPUEe*

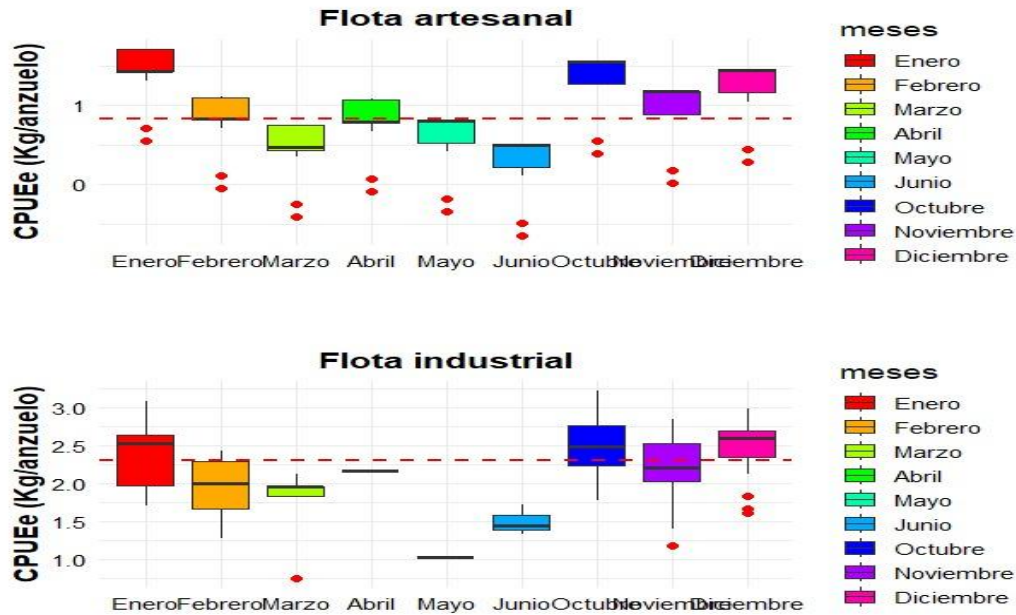
### **Factores pesqueros y temporales**

**Tipo de flota.** Se evidenció una mediana sustancialmente mayor (2.5 kg/anzuelo) para la flota nodriza en comparación con la flota artesanal (1.5 kg/anzuelo) reflejando diferencias significativas entre ambas flotas ( $W = 437; p < 0.05$ ). El análisis comparativo muestra que la eficiencia de la flota industrial supera en un 152.27% a la de la flota artesanal. (Figura 7)



**Figura 7.** Comparación de la *CPUEe*, (kg/anzuelos) entre la flota artesanal autónoma y la flota industrial nodriza en Anconcito en el periodo 2014-2022.

**Análisis interanual.** A lo largo del periodo 2014–2022, la *CPUEe* de *C. hippurus* presentó fluctuaciones en ambas flotas. El análisis de diferencias entre medianas anuales indicó variaciones significativas en la flota artesanal (Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 52.67, p < 0.05$ ) y en la flota industrial (Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 48.72, p < 0.05$ ). Los valores más altos de *CPUEe* se registraron en 2020 (medianas: 2.31 kg/anzuelo en la flota industrial y 0.83 kg/anzuelo en la artesanal) y en 2019 (2.60 kg/anzuelo en la industrial y 1.10 kg/anzuelo en la artesanal). Los valores más bajos se observaron en 2015 (1.80 kg/anzuelo en la industrial y 0.45 kg/anzuelo en la artesanal) y en 2016 (1.85 kg/anzuelo en la industrial y 0.50 kg/anzuelo en la artesanal) (Figura 8).

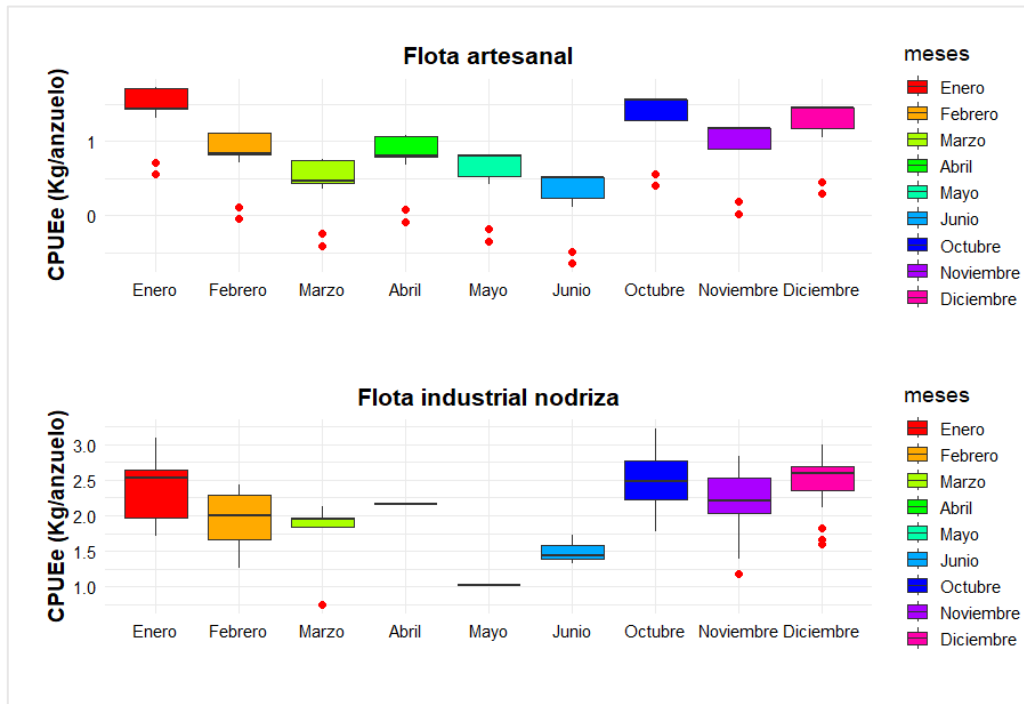


**Figura 8.** Tendencias históricas de la CPUEe de *C. hippurus* por tipo de flota en Anconcito, Ecuador (2014-2022). (a) CPUEe de la flota artesanal (kg/anzuelo) por año. (b) CPUEe de la flota industrial (kg/anzuelo) por año.

**Análisis temporal.** La CPUEe mensual presentó diferencias significativas en ambas flotas (artesanal: Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 84.04$ ,  $p < 0.05$ ; industrial: Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 29.00$ ,  $p < 0.05$ ). En la flota artesanal, las medianas más altas se registraron en octubre (1.55 kg/anzuelo), noviembre (1.17 kg/anzuelo), diciembre (1.44 kg/anzuelo) y enero (1.43 kg/anzuelo), mientras que los valores más bajos se observaron en marzo (0.47 kg/anzuelo) y junio (0.51 kg/anzuelo) (Figura 9a). En la flota industrial, las medianas más altas correspondieron a octubre (2.49 kg/anzuelo), noviembre (2.20 kg/anzuelo), diciembre (2.46 kg/anzuelo) y enero (2.52 kg/anzuelo), y los valores mínimos se registraron en mayo (1.02 kg/anzuelo) y junio (1.44 kg/anzuelo) (Figura 9b).

Ambas flotas compartieron un patrón estacional similar, caracterizado por un período de alta abundancia entre octubre y enero, alcanzando su máximo en diciembre, seguido de un descenso progresivo de febrero a marzo. Entre abril y junio se observó un período de

bajas capturas previo al inicio de la veda (1 de julio al 7 de octubre).



**Figura 9.** Variación mensual de la *CPUE* de *C. hippurus* por tipo de flota en Anconcito, Ecuador. (a) *CPUE* de la flota artesanal (kg/anzuelo) por mes. (b) *CPUE* de la flota industrial nodriza (kg/anzuelo) por mes.

### **Factores fisicoquímicos y oceanográficos**

El análisis de la relación entre la *CPUE* y factores fisicoquímicos, como la temperatura superficial del mar (TSM), las corrientes oceánicas y los gradientes de temperatura explican la dinámica en gran medida, se analizaron factores fisicoquímicos que mostraron bajo porcentaje de explicación con la abundancia del dorado o que coinciden con la misma dinámica de otros factores y que no afectan en gran porcentaje la dinámica de la pesquería en las costas del Pacífico ecuatorial cuyos resultados se detallan en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Evaluación de la influencia de variables ambientales en la *CPUE* de *C. hippurus* en Anconcito, Ecuador

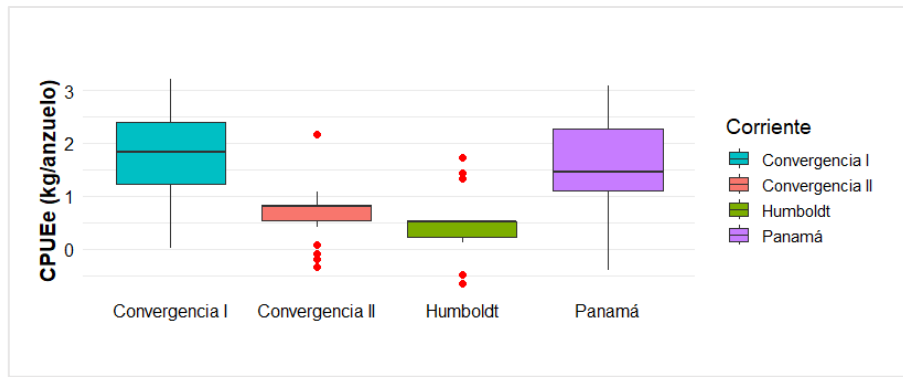
Variable	Modelo	Deviance Explained	AIC	p value
TSM-tiempo real	GAM	6.50	605.20	$p < 0.05$
Clorofila A	GAM	0.68	621.03	$p > 0.05$
Salinidad	GAM	3.54	615.14	$p > 0.05$
Precipitación	GAM	6.20	605.76	$p > 0.05$
SOI	GAM	0.95	620.96	$p > 0.05$

## **Análisis de la interacción de la CPUEe con corrientes oceánicas y el Frente Ecuatorial.**

Las corrientes oceánicas muestran patrones estacionales que influyen de forma significativa en la CPUEe (Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 72.35$ ,  $p < 0.05$ ). Además de la Corriente de Panamá y la Corriente de Humboldt, se identificaron dos eventos de intensificación del Frente Ecuatorial, denominados Convergencia I y Convergencia II, asociados a interacciones puntuales entre ambas corrientes que generan gradientes térmicos favorables para el dorado.

La Convergencia I (octubre–noviembre) coincide con el reemplazo progresivo de la Corriente de Humboldt por la Corriente de Panamá, alcanzando la mediana más alta del año (1.81 kg/anuelo) y con el aumento esperado tras la reapertura pesquera. Durante la dominancia de la Corriente de Panamá (diciembre–marzo) la CPUEe se mantiene elevada (media: 1.59 kg/anuelo), aunque entre febrero y marzo disminuye ligeramente, asociada a TSM superiores a 24 °C, que parecen limitar la disponibilidad del recurso (Figura 10).

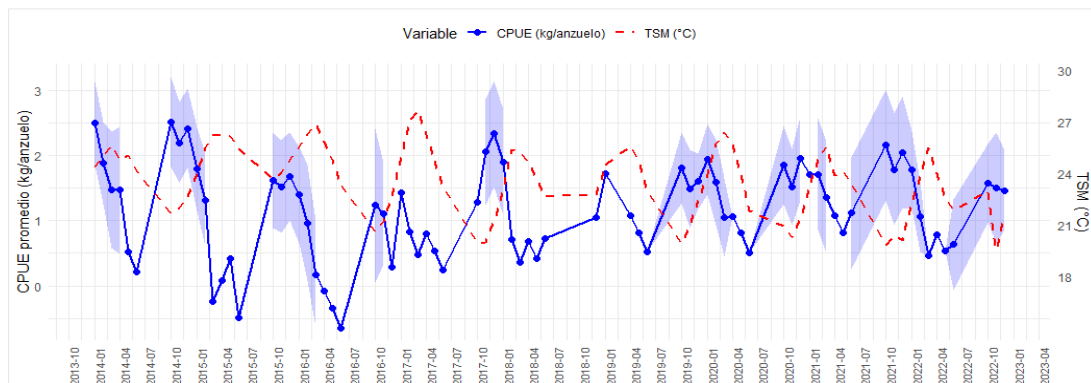
La Convergencia II (abril–mayo) coincide con el retorno de la Corriente de Humboldt y se refleja en una caída de la CPUEe a 0.73 kg/anuelo. Finalmente, durante la mayor influencia de la Corriente de Humboldt (junio–septiembre), se registran los valores más bajos del año (media: 0.47 kg/anuelo), evidenciando condiciones menos favorables para la especie (Figura 10).



**Figura 10.** Variación de la *CPUE* de *C. hippurus* según las corrientes oceánicas en Anconcito, Ecuador (2014-2022)

La mayor abundancia ocurre durante los períodos de convergencia entre corrientes cálidas (Panamá) y frías (Humboldt) y los primeros meses de la presencia de la corriente de Panamá que tiene la TSM entre 21 y 24°, especialmente entre octubre y enero.

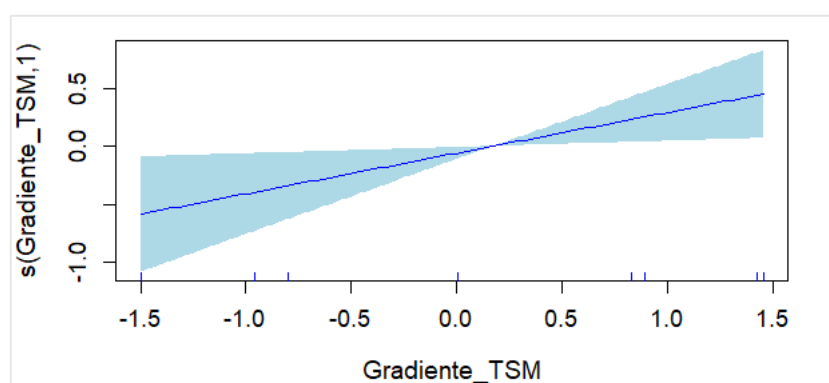
**Temperatura superficial del mar (TSM).** El análisis de ambas flotas de la relación entre la *CPUE* y la TSM, evidencia un patrón claro de desfase temporal, donde los picos altos y bajos de la *CPUE* preceden a los aumentos o disminución en la TSM, con un desfase de dos a tres meses. (Figura 11)



**Figura 11.** Gráfico de línea de tiempo de la relación entre la *CPUE* de *C. hippurus* y la temperatura superficial del mar (TSM) en Anconcito, Ecuador (2014-2022)

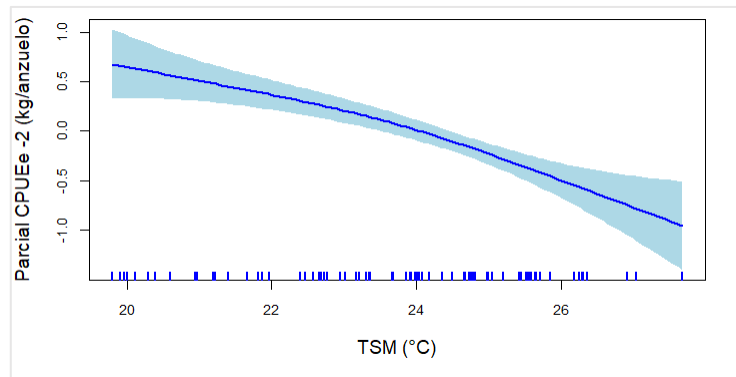
La relación temporal entre la CPUEe y la TSM mostró un desfase de **2 a 3 meses**, en el cual los valores altos y bajos de la CPUEe precedieron a los cambios en la TSM (Figura 11).

**Gradiente de temperatura.** El análisis del gradiente mensual de TSM indicó que variaciones positivas se asociaron con incrementos en la CPUEe, mientras que variaciones negativas coincidieron con valores menores. El modelo explicó 48.2% de la devianza, mostrando que el gradiente de TSM presentó un efecto moderado sobre la variabilidad de la CPUEe (Figura 12).



**Figura 12.** Relación entre el gradiente de temperatura superficial del mar (TSM) y el efecto sobre la CPUEe de *C. hippurus* en Anconcito, Ecuador (2014-2022).

**Efecto de la TSM con dos meses de desfase.** El rango de TSM en el cual el efecto estimado sobre la CPUEe se mantuvo cercano a cero se ubicó entre 20°C y 24°C. Temperaturas superiores a 24°C estuvieron asociadas con efectos negativos sobre la CPUEe, mientras que por debajo de 20°C y por encima de 26°C se observó mayor incertidumbre en las estimaciones (Figura 13).



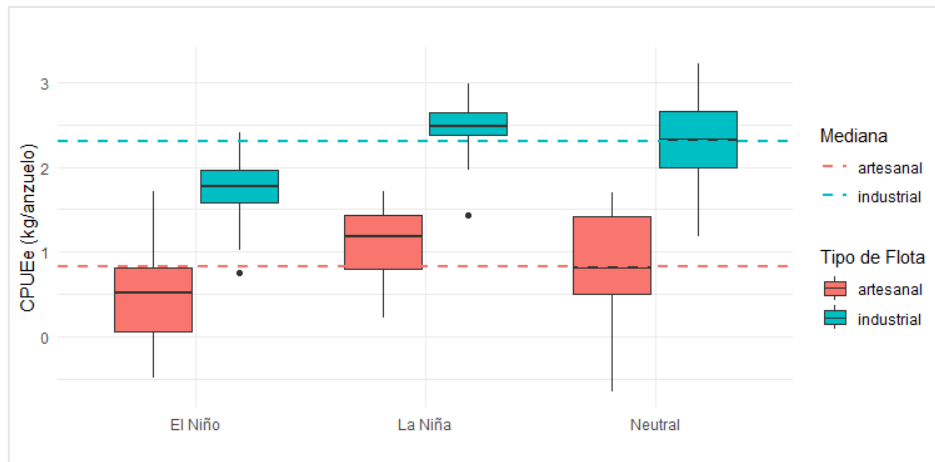
**Figura 13.** Efecto de la temperatura superficial del mar (TSM) en la CPUEe del pez dorado (*C. hippurus*) en Anconcito, Ecuador (2014-2022).

### ***Variabilidad de la CPUEe según el Fenómeno ENOS***

El análisis de la CPUEe según las fases del ENOS mostró variaciones significativas en ambas flotas (artesanal: Kruskal-Wallis,  $\chi^2 = 15.58$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.05$ ; industrial:  $\chi^2 = 24.60$ ,  $df = 2$ ,  $p < 0.05$ ). La prueba de Dunn indicó diferencias significativas entre El Niño y La Niña (artesanal:  $Z = -3.94$ ,  $p < 0.05$ ; industrial:  $Z = -4.78$ ,  $p < 0.05$ ) y entre El Niño y condiciones Neutrales (artesanal:  $Z = -2.70$ ,  $p < 0.05$ ; industrial:  $Z = -4.11$ ,  $p < 0.05$ ). No se registraron diferencias significativas entre La Niña y condiciones Neutrales (artesanal:  $Z = 1.80$ ,  $p > 0.05$ ; industrial:  $Z = 1.50$ ,  $p > 0.05$ ).

Las medianas de CPUEe durante El Niño fueron de 0.52 kg/anzuelo en la flota artesanal y 1.77 kg/anzuelo en la flota industrial. En La Niña, los valores fueron de 1.17 kg/anzuelo (artesanal) y 2.49 kg/anzuelo (industrial). En condiciones Neutrales, las medianas fueron de 0.81 kg/anzuelo en la flota artesanal y 2.31 kg/anzuelo en la flota industrial (Figura 14).

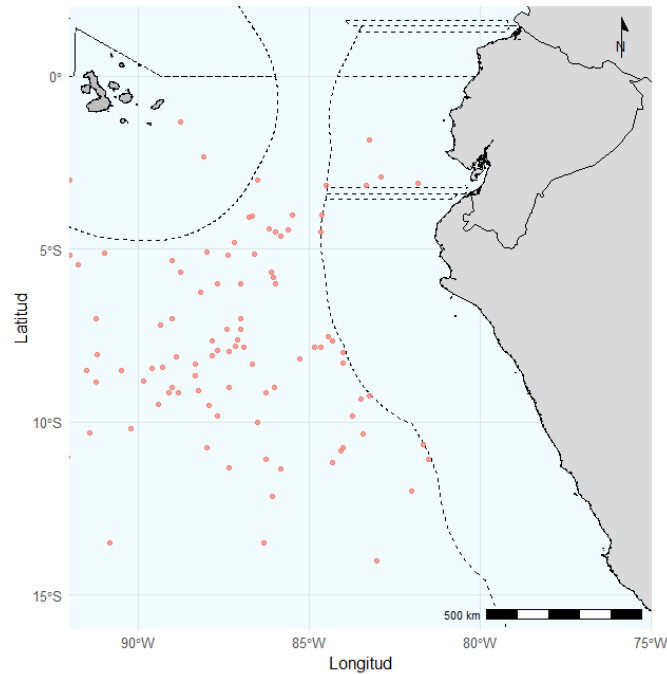
El modelo explicó 3.97% de la varianza ajustada y 4.78% de la devianza total.



**Figura 14.** Comparación de la CPUEe del pez dorado (*C. hippurus*) según la clasificación del fenómeno ENOS en Anconcito, Ecuador (2014-2022)

### *Análisis espacial del esfuerzo y la CPUEe*

El análisis espacial incluyó un total de 101 viajes válidos realizados entre 2014 y 2017. La flota nodriza del puerto de Anconcito mostró una distribución excepcionalmente amplia, alcanzando hasta las coordenadas 16°S y 95°O, lo que evidencia su capacidad operativa en áreas remotas respecto a su puerto base. No se registraron viajes al norte de la latitud 0°, mientras que solo tres viajes de pesca ocurrieron dentro de la Zona Económica Exclusiva (ZEE) de las Islas Galápagos y cinco dentro de la ZEE continental frente al Golfo de Guayaquil. Este patrón sugiere una preferencia de la flota nodriza por operar en aguas internacionales, particularmente al sur de la ZEE de las Islas Galápagos. (Figura 15)



**Figura 15.** Distribución espacial de los puntos de pesca de la flota nodriza del pez dorado (*C. hippurus*) proveniente del puerto artesanal de Anconcito, Ecuador (2014-2018).

**Distribución espacial del esfuerzo pesquero.** El esfuerzo pesquero de la flota nodriza representado en número de anzuelos por viaje de pesca presentó una clara concentración en ciertos cuadrantes, con una mayor intensidad en la región comprendida entre  $-10^{\circ}$  y  $0^{\circ}$  de latitud y  $-95^{\circ}$  y  $-80^{\circ}$  de longitud.

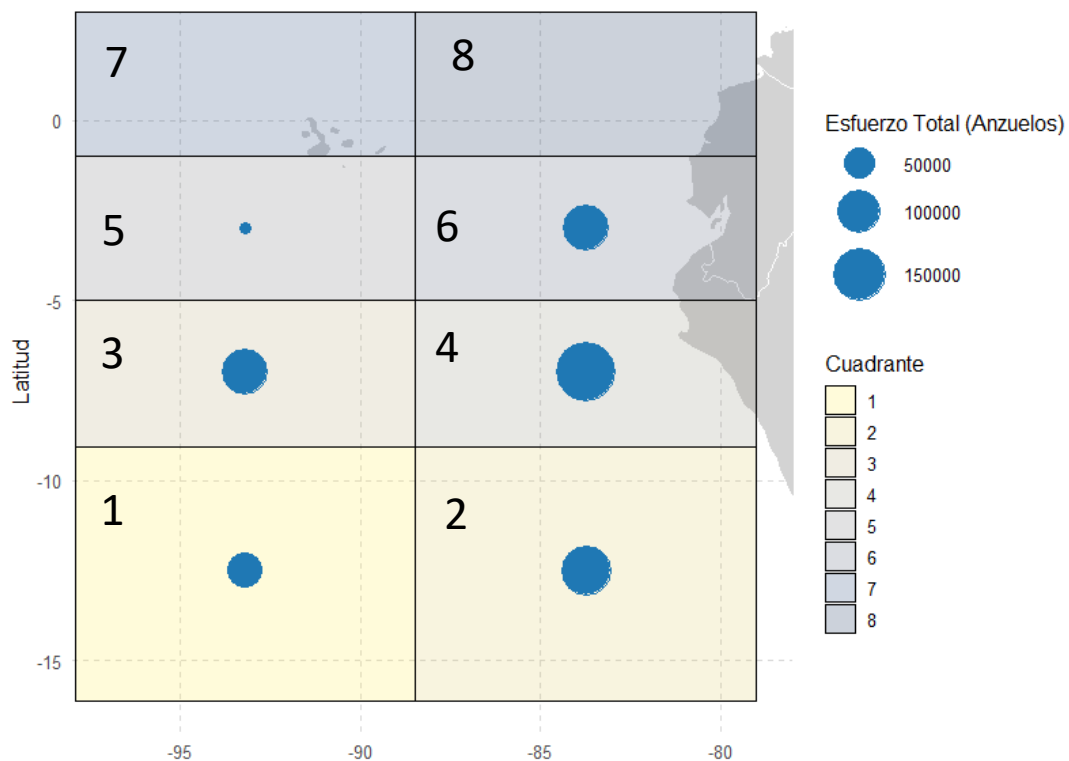
En particular, el cuadrante 4 registró el mayor esfuerzo, con un total de 152 340 anzuelos calados, seguido por el cuadrante 3 con 141 820 anzuelos y el cuadrante 2 con 134 560 anzuelos. En contraste, los cuadrantes más cercanos al continente, como el cuadrante 5 (74 200 anzuelos) y el cuadrante 6 (68 940 anzuelos), registraron un esfuerzo menor. (Figura 16)

La flota nodriza mantiene una estrategia de pesca predominantemente en aguas internacionales, favoreciendo zonas alejadas de la costa ecuatoriana, pero sin extenderse excesivamente hacia el sur. Si bien los cuadrantes 3 y 4, ubicados en aguas abiertas al

oeste de la ZEE de Perú, registran los mayores niveles de esfuerzo, los cuadrantes más cercanos al continente presentan una actividad considerablemente menor.

Asimismo, los cuadrantes más alejados hacia el sur, como el cuadrante 1 y 2, situados entre -10 y -16 S, también muestran un bajo esfuerzo pesquero, lo que sugiere que la flota evita operar en zonas demasiado distantes debido a limitaciones logísticas o menor rentabilidad.

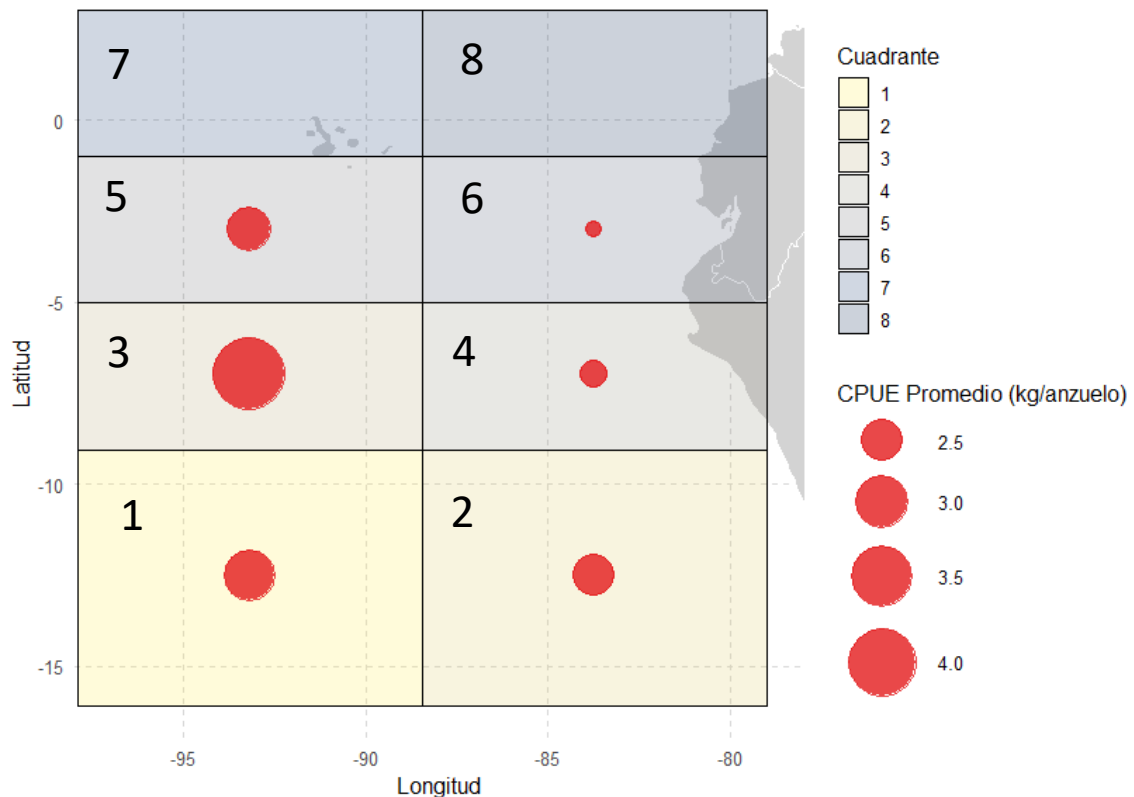
La prueba de Kruskal-Wallis no mostró diferencias significativas ( $\chi^2 = 4.05$ ,  $gl = 5$ ,  $p > 0.05$ ), indicando una amplia dispersión del esfuerzo y que las variaciones en el número de anzuelos responden a factores dinámicos más que a un patrón espacial fijo.



**Figura 16.** Distribución espacial del esfuerzo pesquero (número de anzuelos) por cuadrantes del pez dorado (*C. hippurus*) capturado por la flota nodriza en Anconcito, Ecuador (2014-2018)

**Distribución espacial de la CPUEe.** La CPUEe presentó variabilidad espacial, registrándose los valores más altos en los cuadrantes ubicados al oeste del meridiano 88°W. El cuadrante 3 (latitud entre -5° y -10°; longitud entre -95° y -88°) mostró la mayor eficiencia pesquera, alcanzando valores de hasta 4.0 kg/anuelo. Los cuadrantes 1 y 5 también presentaron valores elevados de CPUEe. No se evidenciaron diferencias significativas entre cuadrantes ( $\chi^2 = 4.73$ , gl = 5,  $p > 0.05$ ).

Los cuadrantes cercanos a la costa, frente a la ZEE de Perú y Ecuador, registraron valores más bajos de CPUEe, aun cuando presentaron niveles de esfuerzo relativamente altos (Figura 17).

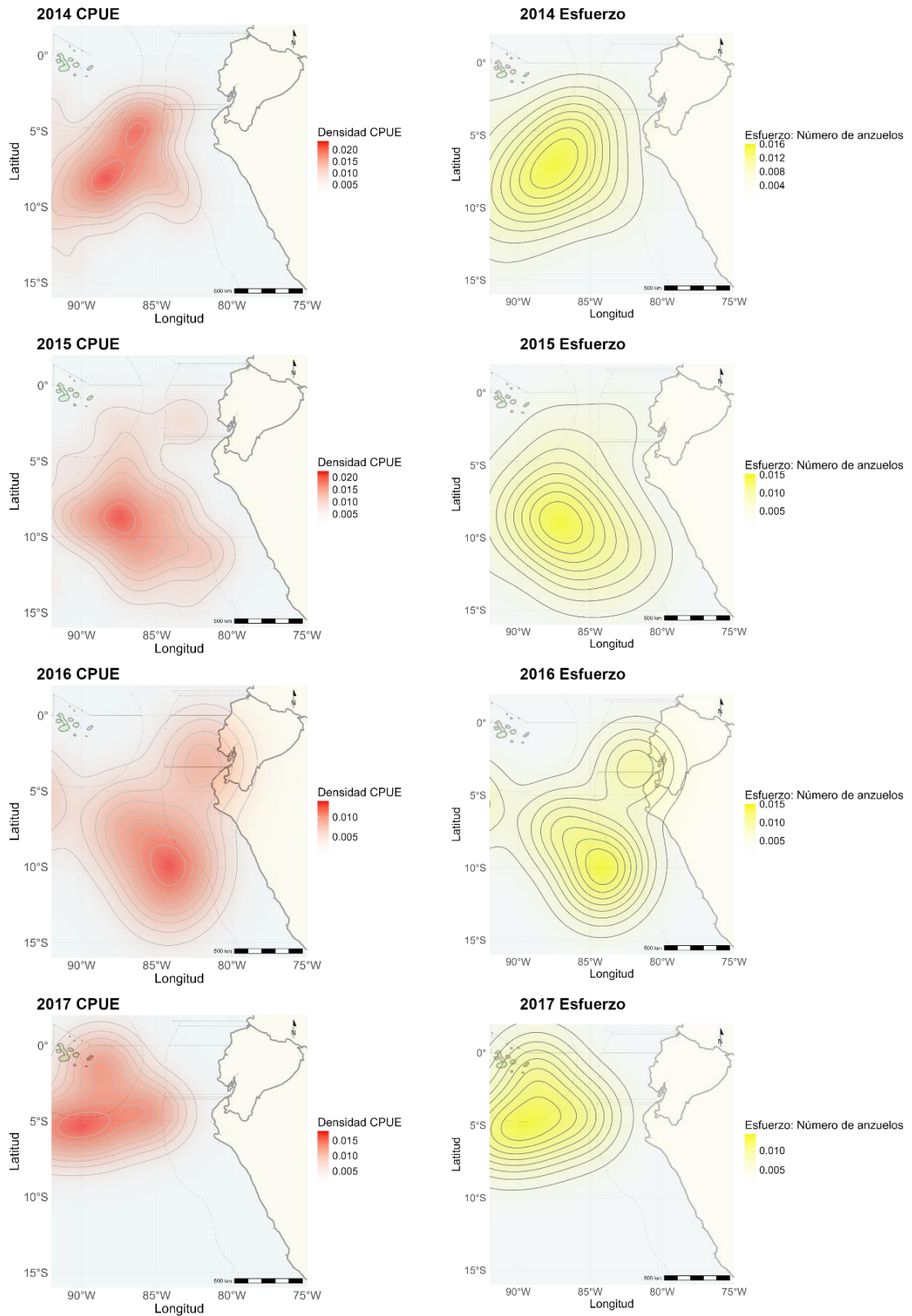


**Figura 17.** Distribución espacial de la CPUEe promedio por cuadrantes (kg/anuelo) del pez dorado (*C. hippurus*) capturado por la flota nodriza de Anconcito, Ecuador (2014-2018)

### **Análisis interanual de la distribución espacial de la CPUEe**

La zona de mayor abundancia presentó variaciones interanuales en su ubicación, manteniéndose principalmente en aguas internacionales al sur de las islas Galápagos y al este de la ZEE de Perú. La mayor productividad se concentró entre  $-5^{\circ}$  y  $-10^{\circ}$  de latitud y  $-95^{\circ}$  a  $-85^{\circ}$  de longitud, con desplazamientos hacia el norte o el sur en algunos años.

Durante 2014, 2015 e inicios de 2016, los núcleos de mayor abundancia se localizaron más al sureste y en áreas más alejadas de la costa. En periodos posteriores a 2016, los núcleos principales se ubicaron de forma más estable dentro del rango mencionado, con menor dispersión espacial. En algunos años se identificaron núcleos secundarios adicionales dentro del área de estudio (Figura 18).



**Figura 18.** Distribución espaciotemporal de la CPUEe del pez dorado (*C. hippurus*) y el esfuerzo pesquero capturado por la flota nodriza del puerto artesanal de Anconcito, Ecuador (2014-2022).

## **Discusiones**

### ***Desembarques***

Los patrones observados en los desembarques de *C. hippurus* muestran un cambio estructural entre la flota nodriza/industrial y la flota artesanal autónoma de Anconcito. Aunque históricamente las embarcaciones nodrizas dominaron los desembarques de grandes pelágicos en términos de volumen y esfuerzo (Martínez-Ortiz et al., 2015), en la actualidad se evidencia una transición hacia un predominio de la flota artesanal. Este cambio responde principalmente al desplazamiento operativo de las nodrizas hacia Manta, lo que dejó a las embarcaciones artesanales operando de manera independiente en Anconcito.

La mayor cantidad de embarcaciones artesanales explica que, en conjunto, generen un esfuerzo acumulado capaz de superar al de la flota nodriza, favoreciendo así un incremento relativo en sus desembarques. No obstante, la reciente reducción en las capturas artesanales parece estar asociada a factores externos, como el incremento de la inseguridad marítima, un fenómeno que afecta de manera más intensa a las flotas de menor escala y limita su capacidad operativa.

### ***Efectividad de la pesca objetivo***

Tanto la flota nodriza como la artesanal mantienen altos niveles de selectividad hacia el dorado, reflejando la eficiencia del palangre fino (anzuelos J 4 y 5) para la pesca dirigida a esta especie, en concordancia con lo señalado por Herrera et al. (2008). Esta tendencia contrasta con lo descrito por Martínez-Ortiz et al. (2015), quienes reportan una menor proporción de dorado en la captura total de la flota nodriza, diferencia atribuible a que en aquel estudio se incluyeron viajes con palangre grueso orientado a picudos y atunes, un tipo de esfuerzo no considerado en el presente análisis.

### ***Estandarización de la CPUE mediante modelo GAM***

La aplicación en este estudio coincide con una tendencia ampliamente adoptada en la evaluación de abundancia relativa en pesquerías tropicales y pelágicas, debido a su capacidad para modelar relaciones no lineales y estructuras complejas en la CPUE (Maunder & Punt, 2004; Wood, 2017). Diversos trabajos han demostrado que los GAM permiten capturar efectos estacionales, espaciales y operativos sin imponer supuestos rígidos, lo que los convierte en una herramienta particularmente útil para pesquerías artesanales y multiespecíficas (Zuur et al., 2009).

### ***Análisis de la CPUE según variables fisicoquímicas y ambientales***

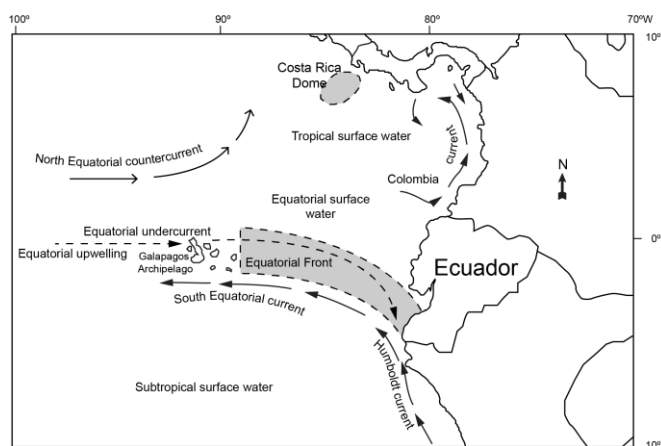
**Tipo de flota.** Se evidencian diferencias sustanciales entre las flotas artesanal autónoma e industrial nodriza, tanto en eficiencia como en los patrones temporales de captura. La superioridad operativa de la flota industrial se relaciona con su mayor capacidad tecnológica, autonomía y acceso a zonas de pesca más distantes y productivas, factores que históricamente han favorecido mayores rendimientos en pesquerías pelágicas (Martínez-Ortiz et al., 2015). Asimismo, las estrategias operativas optimizadas —como sistemas de conservación más eficientes y mayor tiempo efectivo de pesca— contribuyen a ampliar la brecha de desempeño entre ambas flotas, generando contrastes marcados en su productividad relativa.

**Distribución temporal.** El pez dorado (*C. hippurus*) muestra un patrón estacional claramente definido, en el que las variaciones en la abundancia relativa se alinean con los ciclos oceanográficos propios del Pacífico ecuatorial. Este comportamiento coincide con lo documentado por Martínez-Ortiz et al. (2015) y Kirchner et al. (2020), quienes atribuyen estas fluctuaciones a la dinámica de las corrientes y a la disponibilidad de hábitats favorables para la especie. La evidencia sugiere que, más allá de las diferencias entre flotas y sus capacidades operativas, la distribución del dorado responde a factores

ambientales comunes que estructuran el desplazamiento de la subpoblación oceánica, diferenciándola de la población norte descrita por Téllez & Caballero (2017).

**Corrientes oceánicas.** La costa ecuatoriana está influenciada por dos corrientes principales con propiedades fisicoquímicas contrastantes: la Corriente de Panamá, que aporta aguas cálidas desde el norte, y la Corriente de Humboldt, que introduce aguas frías desde el sur. La interacción de ambas masas forma el Frente Ecuatorial (Denkinger et al., 2003; Zambrano, 1998), zona que coincide con el ámbito operativo de la flota analizada y con la presencia de aguas subtropicales al sur de las islas Galápagos (**Figura 19**).

Los patrones identificados en este estudio muestran que las fluctuaciones en la abundancia relativa del dorado están estrechamente vinculadas a la alternancia entre condiciones cálidas y frías generadas por estas corrientes. En coherencia con lo reportado por la CIAT, la variación en la temperatura superficial del mar modula la disponibilidad del recurso en el Pacífico ecuatorial (Aires-da-Silva et al., 2016). No obstante, los resultados sugieren una dinámica más compleja, influenciada por gradientes térmicos variables entre periodos y por movimientos migratorios característicos de la subpoblación oceánica, lo que explica las variaciones detectadas durante el ciclo anual de pesca.



**Figura 19.** Corrientes Oceánicas y Frente Ecuatorial en el Pacífico Oriental" en la zona de pesca de dorado (*C. hippurus*) por la flota nodriza de Anconcito en 2014 a 2022. Tomado de: Martínez-Ortiz et al. 2015.

**Temperatura superficial del mar.** La evidencia disponible muestra que *C. hippurus* presenta variaciones en su preferencia térmica dependiendo de la región del Pacífico donde se encuentre. En el hemisferio norte, se ha documentado afinidad por temperaturas relativamente altas, lo que coincide con mayores abundancias y una mayor idoneidad del hábitat en rangos térmicos propios de aguas cálidas (Isaza-Toro et al., 2024). Por el contrario, al sur de la línea ecuatorial, los estudios sugieren que la especie se asocia a isothermas más frías, lo que refleja una adaptación a condiciones oceanográficas distintas y propias de la subpoblación que habita esta región (Aires-da-Silva et al., 2016).

Los patrones identificados en este estudio se alinean con este comportamiento, indicando que la subpoblación oceánica que opera frente a Ecuador muestra afinidad por un rango térmico menor al reportado para las poblaciones del norte, lo que refuerza la existencia de diferencias espaciales en la respuesta de la especie a la variabilidad ambiental (Tabla 3).

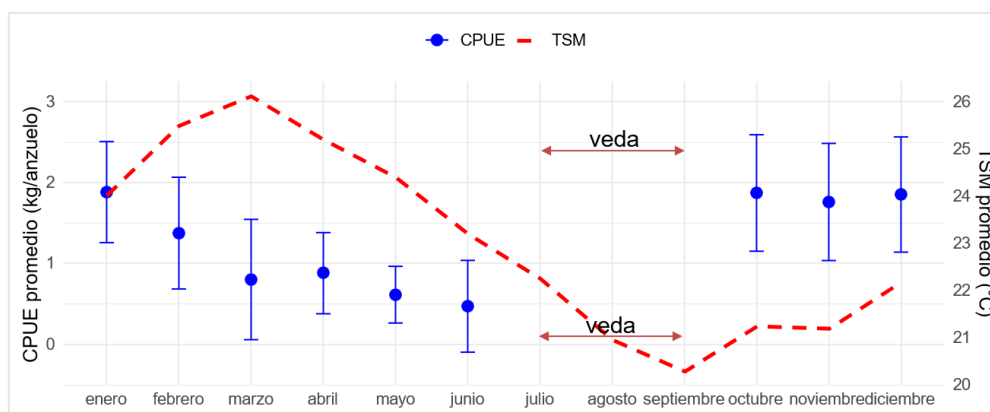
**Tabla 3.** Rango de temperatura superficial del mar (TSM) e isothermas óptimas asociadas a *C. hippurus* en diferentes regiones del Pacífico Oriental centro y sur, según diversos estudios.

<b>Autor</b>	<b>Rango de TSM</b>	<b>Lugar de estudio referente a la ubicación en el Pacífico Oriental Sur</b>	<b>Isotherma óptima asociada</b>
<b>Isaza-Toro et al. (2024)</b>	12.35 - 29.33 °C	Pacífico Oriental Tropical (norte del ecuador-oceánico)	27 °C
<b>Arias et al. (2016)</b>	25.13 - 29.06 °C	Pacífico Oriental Tropical (norte del ecuador-costero)	25.5 - 27.5 °C
<b>Martínez-Ortiz et al. (2015)</b>	20 - 25°C	Pacífico Oriental Tropical (norte y sur del ecuador)	-
<b>Solano (2008)</b>	24 - 27.5 °C	Pacífico Oriental Tropical (sur del ecuador-costero)	26.2 - 26.9 °C
<b>Aires-da-Silva et al. 2016</b>	20 - 26°C	Pacífico Oriental Tropical (sur del ecuador-costero-oceánico)	23 °C
<b>Presente estudio</b>	20 - 26 °C	Pacífico Oriental Tropical (sur del ecuador-oceánico)	20 - 24 °C

**Gradiente de temperatura.** En varias pesquerías pelágicas, los cambios en la temperatura superficial del mar (TSM) suelen anteceder a las variaciones en la abundancia (Vélez et al., 2020). Sin embargo, en el caso del dorado, la relación térmica muestra un comportamiento distinto: la abundancia tiende a responder primero, mientras que los cambios térmicos se evidencian posteriormente. Este desfase inverso se explica por los gradientes térmicos generados por las convergencias de corrientes oceánicas que anteceden al establecimiento del Frente Ecuatorial y de las aguas subtropicales al sur de las islas Galápagos.

En este escenario, los incrementos graduales en la TSM se asocian con una mayor disponibilidad del dorado, lo que sugiere que la especie responde positivamente al calentamiento progresivo del agua. Por el contrario, enfriamientos abruptos suelen relacionarse con una disminución en la disponibilidad del recurso, indicando una sensibilidad marcada a cambios bruscos en las condiciones térmicas.

No obstante, el efecto beneficioso del calentamiento se mantiene únicamente dentro de un intervalo térmico óptimo. Una vez superado, las condiciones dejan de ser favorables y comienzan a influir negativamente sobre la abundancia, posiblemente debido a desplazamientos de la especie hacia zonas más adecuadas. Este patrón ha sido señalado previamente en estudios sobre migración y termorregulación del dorado, donde temperaturas excesivas pueden inducir movimientos hacia hábitats con condiciones más estables (Norton & Crooke, 1994; Norton, 1999; Santana-Hernández, 2001; Zúñiga et al., 2008; Martínez-Rincón, Ortega-García & Vaca-Rodríguez, 2009). Los patrones observados en este estudio se alinean con este comportamiento, como se muestra en la Figura 20.



**Figura 20.** Variación estacional de la CPUE del pez dorado (*C. hippurus*) y su relación con la TSM en Anconcito, Ecuador, considerando períodos de veda

**Eventos ENOS.** La variabilidad interanual en la CPUE del dorado está influenciada por las distintas fases del fenómeno El Niño–Oscilación del Sur (ENOS), mostrando patrones coherentes con los cambios térmicos característicos de cada condición oceanográfica (Guzmán et al., 2015; Olson & Galván-Magaña, 2002; Palko et al., 1982; Alejo-Plata et al., 2011). Durante eventos de El Niño, el incremento sostenido de la temperatura superficial del mar tiende a superar el rango térmico óptimo para la especie, generando condiciones menos favorables que pueden inducir desplazamientos hacia zonas con características ambientales más adecuadas. Este comportamiento contrasta con lo reportado por Kirchner et al. (2020), quienes observaron una mayor presencia de dorado bajo este tipo de eventos en el Pacífico ecuatorial.

En cambio, las fases Neutrales y de La Niña muestran una mayor disponibilidad del recurso, asociada a temperaturas que se mantienen dentro o próximas al intervalo preferido por la especie. Estas condiciones favorecen tanto la permanencia del dorado en las zonas de pesca como su vulnerabilidad a los artes de captura, generando un escenario más eficiente para la pesquería. En particular, La Niña puede potenciar la productividad regional mediante el fortalecimiento de procesos de surgencia y un aumento en la disponibilidad de nutrientes, lo que mejora la oferta trófica para especies pelágicas

superiores. Este patrón también difiere de lo señalado por Kirchner et al. (2020), quienes reportaron una disminución en la presencia del recurso durante estas fases.

En conjunto, estos patrones coinciden con lo registrado para otras pesquerías pelágicas de la región, donde las anomalías térmicas de El Niño reducen la disponibilidad de especies sensibles a condiciones ambientales específicas. Para el dorado, el calentamiento extremo asociado a este fenómeno parece actuar como un factor limitante directo, reforzando la hipótesis de que la subpoblación que opera frente al Ecuador responde negativamente a anomalías cálidas persistentes.

### ***Distribución espacial del esfuerzo y la CPUEe***

**Área de pesca.** La distribución amplia de la flota nodriza de Anconcito evidencia su capacidad operativa para explotar zonas oceánicas remotas, especialmente en aguas internacionales situadas al sur de la ZEE de las islas Galápagos. La baja frecuencia de operaciones dentro de la ZEE continental y en los alrededores del archipiélago refleja una menor preferencia por estas áreas, probablemente debido a su menor productividad relativa en comparación con las zonas más alejadas del continente.

**Esfuerzo pesquero vs. CPUE.** El esfuerzo pesquero se concentró en áreas oceánicas estratégicas, donde históricamente se ha reportado una alta disponibilidad de *C. hippurus*. Las zonas costeras mostraron un uso menor, lo que sugiere que la flota prioriza sectores con mayor rentabilidad operativa. Aunque el esfuerzo por viaje se mantuvo relativamente estable entre zonas, la eficiencia pesquera presentó una marcada variabilidad espacial, con un desempeño más favorable en los sectores occidentales de la zona de operación. Este patrón indica que la flota optimiza sus faenas en áreas donde la productividad es consistentemente superior, maximizando la captura sin incrementar el esfuerzo.

La estabilidad en el número de anzuelos por viaje refleja una estrategia operativa estandarizada, mientras que la concentración del esfuerzo en sectores históricamente productivos evidencia un conocimiento acumulado sobre las áreas de mayor rendimiento. Esto permite mantener niveles eficientes de captura sin incurrir en incrementos innecesarios en los costos de operación.

**Distribución espacial del recurso.** La abundancia de *C. hippurus* ha mostrado variaciones interanuales que subrayan la influencia de factores ambientales en la dinámica espacial del recurso. Si bien el núcleo principal de distribución se mantiene generalmente en aguas oceánicas al sur de Galápagos y hacia el este de la ZEE peruana, eventos climáticos como El Niño pueden provocar desplazamientos hacia nuevas áreas, ampliando temporalmente el rango de distribución.

Durante fases cálidas intensas, el recurso tiende a dispersarse y desplazarse hacia sectores más australes y orientales, obligando a la flota a extender su radio de operación para localizar zonas de alta productividad. Estos cambios implican mayores recorridos y una elevación en los costos operativos, dado que las tripulaciones deben explorar áreas fuera de los sectores tradicionales. En contraste, tras el retorno a condiciones neutrales o frías, la distribución del dorado tiende a estabilizarse, permitiendo que el esfuerzo vuelva a concentrarse en zonas históricamente favorables y disminuyendo la necesidad de desplazamientos extensos.

En conjunto, estos patrones demuestran que las estrategias operativas de la flota nodriza están estrechamente condicionadas por la variabilidad ambiental. La flota ajusta su área de operación en función de la disponibilidad y distribución del recurso, buscando maximizar la eficiencia pesquera y mantener la viabilidad económica de las faenas frente a cambios oceanográficos de gran escala.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- La pesquería de *C. hippurus* en Anconcito ha cambiado en los últimos años, con la flota artesanal autónoma tomando el liderazgo en los desembarques tras la reducción de la actividad nodriza en la zona. Desde 2021, los desembarques artesanales han disminuido, probablemente debido a la inseguridad marítima, que ha afectado la operación de las embarcaciones de menor escala. Aun así, la pesca objetivo sigue siendo altamente efectiva (~80%), confirmando al palangre fino como una herramienta altamente eficiente para la captura de dorado.
- La flota nodriza muestra una mayor eficiencia pesquera que la flota artesanal autónoma, con una *CPUEe* hasta un 152% superior, lo que refleja su acceso a zonas más productivas para optimizar las capturas.
- El dorado (*C. hippurus*) mantiene un patrón estacional marcado, con máximos de *CPUEe* entre octubre y febrero y una caída progresiva hasta la veda anual (julio-octubre). Esta dinámica no solo responde a diferencias entre flotas, sino a factores oceanográficos que regulan su distribución y abundancia en el Pacífico ecuatorial.
- El dorado en el Pacífico Oriental Sur muestra diferencias térmicas según su ubicación respecto a la línea ecuatorial. Mientras la subpoblación al norte del ecuador se asocia con temperaturas superiores a 25 °C, la subpoblación al sur presenta afinidad por un rango de 20 a 24 °C.
- La distribución y abundancia de *C. hippurus* en la costa ecuatoriana están fuertemente influenciadas por la interacción entre la Corriente de Panamá y la Corriente de Humboldt, pero con variaciones más complejas de lo previamente documentado. Aunque el patrón general indica un aumento en las capturas durante la temporada cálida (diciembre-mayo) y una reducción en la fría (junio-

noviembre), los resultados sugieren que la respuesta del dorado no es uniforme, sino que está modulada por gradientes de temperatura entre meses y su migración estacional.

- A diferencia de lo observado en otras pesquerías, en la pesquería de *C. hippurus* los aumentos en la abundancia preceden a los cambios en la TSM por 2 a 3 meses, lo que sugiere que la especie responde a gradientes térmicos generados por la convergencia de corrientes antes del establecimiento de la corriente predominante.
- El dorado muestra una afinidad térmica dentro de un rango óptimo de 20 a 24 °C, con una respuesta positiva al aumento gradual de la temperatura. Sin embargo, cuando la TSM supera este umbral, la disponibilidad del recurso disminuye, lo que explicaría la reducción en la *CPUEe* durante febrero y marzo, a pesar de que en este periodo se alcanzan las temperaturas más altas del año. Estos resultados evidencian que la distribución del dorado está condicionada no solo por la temperatura superficial del mar, sino también por su dinámica migratoria en respuesta a cambios térmicos más complejos.
- La variabilidad interanual en la *CPUEe* del dorado (*C. hippurus*) está fuertemente influenciada por las distintas fases del El Niño-Oscilación del Sur (ENOS), pero con patrones distintos a los reportados en estudios previos. Durante El Niño, la TSM supera el umbral de 24 °C, lo que parece generar condiciones desfavorables para la especie, disminuyendo su disponibilidad en las zonas de pesca. Este comportamiento contradice la hipótesis de que El Niño incrementa la presencia del dorado en la región.
- Por el contrario, las fases Neutrales y de La Niña mostraron los valores más altos de *CPUEe*, indicando condiciones más favorables para la especie. En particular, La Niña 2020-2022 potenció la productividad regional, fortaleciendo los procesos

de surgencia y aumentando la disponibilidad de nutrientes, lo que pudo haber favorecido indirectamente al dorado.

- Estos resultados refuerzan la hipótesis de que la subpoblación sur de dorado en el Pacífico Oriental responde negativamente a procesos de calentamiento extremo, mientras que su presencia y abundancia parecen estar más asociadas a condiciones térmicas moderadas y estabilidad en los gradientes oceánicos.
- La flota nodriza de Anconcito opera estratégicamente en aguas internacionales, priorizando zonas alejadas de la costa donde la *CPUEe* es más alta, lo que optimiza la relación entre productividad y costos operativos particularmente en aguas subtropicales al sur de las islas Galápagos. La distribución del esfuerzo pesquero refleja una preferencia por sectores de alta rentabilidad, evitando áreas menos productivas dentro de la ZEE ecuatoriana continental como insular.
- Las variaciones en la distribución del dorado (*C. hippurus*) están influenciadas por la variabilidad ambiental, con eventos como El Niño (2014-2016) generando desplazamientos temporales del recurso y obligando a la flota a ampliar su rango de operación. Tras la finalización del evento, el dorado retornó a sus zonas históricas de pesca, lo que permitió reducir la necesidad de grandes desplazamientos.
- Estos resultados evidencian que la flota nodriza ajusta dinámicamente su esfuerzo pesquero en función de la disponibilidad del recurso, demostrando una alta capacidad de adaptación a cambios ambientales para mantener su eficiencia y sostenibilidad operativa.

## Recomendaciones

- Se recomienda evaluar el traslado de la veda pesquera al período de febrero-marzo, considerando que durante estos meses se mantiene una alta abundancia de *C. hippurus*, mayor que en la actual temporada de veda y coincide con la fase de mayor actividad reproductiva. Una veda en esta temporada permitiría reducir la presión pesquera sobre individuos reproductores sin afectar significativamente la rentabilidad de la pesquería ya que se da justo después de la temporada alta de captura de es de octubre a enero.
- Dado que la flota artesanal opera en una amplia extensión, pero no se cuenta con información detallada sobre su esfuerzo pesquero, composición de capturas y descartes, se recomienda la implementación de un programa de observadores pesqueros en esta flota. La recolección de datos sistemáticos permitiría mejorar la estimación de la dinámica pesquera y la eficiencia de captura, contribuyendo a una gestión más informada.
- La inseguridad marítima ha impactado significativamente la operación de la flota artesanal, reduciendo sus desembarques en los últimos años. Para mitigar este problema, se recomienda fortalecer las medidas de seguridad en altamar, mediante la implementación de protocolos de protección, la optimización de sistemas de rastreo satelital y la creación de mecanismos de financiamiento para la autoprotección de los pescadores. Mejorar la seguridad permitiría garantizar la continuidad operativa de la flota artesanal y estabilizar la economía de los pescadores.
- Se recomienda realizar estudios específicos sobre el efecto de La Niña en la productividad del dorado, considerando su influencia en los procesos de surgencia y disponibilidad de nutrientes en la zona de las aguas subtropicales oceánicas

frente de Perú. Se ha observado que La Niña 2020-2022 incrementó la *CPUE* del dorado, sugiriendo un impacto positivo en la oferta trófica y en la abundancia del recurso. Una evaluación más detallada de estos procesos permitiría desarrollar estrategias de manejo más eficientes y anticipar escenarios de variabilidad climática en el futuro ya que esto difiere de lo observado en la zona costera y al norte del Ecuador por otros autores, consolidando y reforzando criterios que indican que son subpoblaciones diferentes.

- Dado que existen claras diferencias en la dinámica pesquera dentro del Pacífico Oriental Sur, se recomienda realizar un análisis exclusivo para la flota que opera al norte de la línea ecuatorial (flota nodriza de Manta). Estas diferencias reflejan la separación de dos subpoblaciones de dorado, una ubicada al norte de la línea ecuatorial y otra al sur, cada una con patrones distintos de distribución, abundancia y respuesta a factores ambientales. Un análisis comparativo permitiría una gestión diferenciada y más efectiva de la pesquería, ajustada a las particularidades ecológicas y oceanográficas de cada subpoblación y su respectiva zona de operación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires-da-Silva, A., Valero, J. L., Maunder, M. N., Minte-Vera, C. V., Lennert-Cody, C., Román, M. H., Martínez-Ortiz, J., Torrejón-Magallanes, E. J., & Carranza, M. N. (2016). *Evaluación exploratoria de la población de dorado (C. hippurus) en el Océano Pacífico Sudeste*. Documento SAC-07-06a(i), CIAT.
- Alejo-Plata, C., Gómez-Márquez, J., & Salgado-Ugarte, I. (2011). Edad y crecimiento del dorado *Coryphaena hippurus* en el Golfo de Tehuantepec, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 46, 125–134.
- Allen, G. R., & Steene, R. C. (1988). *Fishes of Christmas Island, Indian Ocean*. Christmas Island Natural History Association.
- Babbie, E. (2021). *The practice of social research* (15th ed.). Cengage Learning.
- Barber, R. T., & Chavez, F. P. (1983). Biological consequences of El Niño. *Science*, 222(4629), 1203–1210.
- Canales, C. M., Olea, G., Jurado, V., & Espíndola, M. (2024). Management strategies evaluation (MSE) in a mixed and multi-specific fishery based on indicator species: An example of small pelagic fish in Ecuador. *Marine Policy*, 106044. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2024.106044>.
- Castro, R. y J. Rosero. 1993. Artes de pesca artesanales en la costa del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca. Boletín Científico. Técnico Vol. XII No. 9. Guayaquil. Ecuador.

- Castro Briones, E. X. (2019). *La pesca de pelágicos grandes con palangre de superficie en el Océano Pacífico Oriental: Análisis espacial, caracterización y variabilidad interanual de capturas de la flota del Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad de Alicante].
- Castro, R. (2013). *Características y dimensionamiento de palangres y redes de enmalle de superficie para especies pelágicas* [Reporte Interno, Instituto Nacional de Pesca].
- Clarke, S. and Hoyle, S. 2014. Development of Limit Reference Points for Elasmobranchs. WCPFC-SC10- 2014/MI-WP-07.
- Collette, B. B. (1999). Coryphaenidae: Dolphinfishes. In K. Carpenter & V. Niem (Eds.), *FAO species identification guide for fishery purposes* (pp. 2656–2658). FAO.
- Dankhe, G. L. (1989). Investigación y comunicación social. En C. Fernández-Collado & G. L. Dankhe (Eds.), *La comunicación humana* (pp. 361–387). McGraw-Hill.
- Daw, T., Adger, W. N., Brown, K., & Badjeck, M.-C. (2009). El cambio climático y la pesca de captura. En K. Cochrane et al. (Eds.), *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura* (pp. 119–168). FAO.
- Denkinger, J., Merlen, G., Salazar, S., & Suárez, J. (2003). *Evaluación ecorregional Pacífico ecuatorial: Componente marino*. The Nature Conservancy.
- Elías, E., Pacheco, L., & Cabanilla, C. (2010). *Desembarque de peces pelágicos grandes en Ecuador*. Instituto Nacional de Pesca.

- Eschmeyer, W. N., Herald, E. S., & Hammann, H. (1983). *A field guide to Pacific coast fishes of North America*. Houghton Mifflin.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). *Glosario de términos pesqueros*. <https://www.fao.org/4/y3427s/y3427s0d.htm>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1999). *Guidelines for the routine collection of capture fishery data* (FAO Fisheries Technical Paper No. 382). FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2016). *Voluntary guidelines for securing sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication*. FAO.
- Fisheries Transparency Initiative – Grupo Nacional Multiactor Ecuador. (2024). *Reporte FiTI anual del Grupo Nacional Multiactor Ecuador 2022/2023*. Fisheries Transparency Initiative. <https://www.fiti.org/ecuador>
- Flores Rivera, G., & Bravo, K. (2024). *Estimación de la capacidad de pesca de flotas con desembarques incidentales de tiburones pelágicos en Ecuador*. Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca.
- Frimodt, C. (1995). *Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish*. Fishing News Books.
- González, N., Prado, M., Castro, R., Solano, F., Jurado, V., & Peña, M. (2007). *Análisis de la pesquería de peces pelágicos pequeños en Ecuador (1981–2007)*. Instituto Nacional de Pesca.

- Guzmán, H. M., Díaz-Ferguson, E., Vega, A. J., & Robles, Y. A. (2015). Assessment of the dolphinfish fishery in Pacific Panama. *Revista de Biología Tropical*, 63(3), 705–716.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.
- Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Cajas, J., Castro, R., & Chavarría, J. (2008). *Pesca exploratoria del dorado frente a Ecuador*. Boletín Científico y Técnico del INP, 20(10), 29–51.
- Herrera, M., Coello, D., Peralta, M., Elías, E., Cajas, J., Castro, R., Pesantes, F., & Chavarría, J. (2010). *Pesca exploratoria del dorado durante marzo de 2010*. Boletín Científico y Técnico del INP, 20(9).
- Instituto Público de Acuicultura y Pesca. (2021). *Reporte anual de grandes pelágicos en Ecuador 2021*. INP.
- Isaza-Toro J Josephraj-Selvaraj A. Giraldo. (2024); Modelo de distribución geográfica del pez *Coryphaena hippurus* (Perciformes: Coryphaenidae) según el cambio climático en el Pacífico Oriental Tropical *Revista de Biología Tropical Online version ISSN 0034*.
- Kirchner, C., Quilez, G., & Ambrosio, L. (2020). *Mahi-mahi longline fishery: Preliminary draft report*. Bureau Veritas Iberia.
- Lehodey, P., Hampton, J., & Harley, S. (2020). Vulnerability of tropical Pacific fisheries to climate change. *Fish and Fisheries*, 21(2), 352–368.
- López-Martínez, J., Arzola-Sotelo, E. A., Cabanilla-Carpio, C., Nevárez-Martínez, M. O., & Pérez-Burgos, J. L. (2024). *Interannual variability in dolphinfish*

*(Coryphaena hippurus)* growth in the central–southeastern Pacific Ocean. *Regional Studies in Marine Science*, 76, 103590. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103590>

Martínez-Ortiz, J., & Guerrero-Verduga, P. (2013). *Plan de Acción Nacional para el Dorado en Ecuador (PAN Dorado)*. SRP-MAGAP.

Martínez-Ortiz, J., & Zúñiga-Flores, M. (2012). *Estado del conocimiento del mahi mahi en el Pacífico Oriental (2008–2011)*. MAGAP.

Martínez-Ortiz, J., Aires-da-Silva, A., Lennert-Cody, C., & Maunder, M. (2015). The Ecuadorian artisanal fishery for large pelagics. *PLOS ONE*, 10(8), e0135136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0135136>

Martínez-Rincón, R. O., Ortega-García, S., & Vaca-Rodríguez, J. G. (2009). Incidental catch of dolphinfish by Mexican tuna purse seiners. *Fisheries Research*, 96, 296–302.

Maunder, M. N., & Punt, A. E. (2004). Standardizing catch and effort data. *Fisheries Research*, 70(2–3), 141–159.

NASA Goddard Space Flight Center, Ocean Biology Processing Group. (2025). Aqua MODIS Level-3 Global Binned 11  $\mu\text{m}$  Daytime Sea Surface Temperature (SST) Data, version R2019.0. NASA/GSFC/OB.DAAC. Dataset. Accedido el DD MM AAAA desde <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>

NOAA. (2021). *ENSO diagnostic discussion*. NOAA Climate Prediction Center.

- NOAA Physical Sciences Laboratory. (2025). *Climate indices: Southern Oscillation Index (SOI)*. NOAA. <https://psl.noaa.gov/data/climateindices/list/>
- Norton, J. (1999). Apparent habitat extensions of dolphinfish. *Scientia Marina*, 63, 239–260.
- Norton, J. G., & Crooke, S. J. (1994). Occasional availability of dolphin to California fisheries. *CalCOFI Reports*, 35, 230–239.
- Olson, R. J., & Galván-Magaña, F. (2002). Food habits of *C. hippurus*. *Fishery Bulletin*, 100, 279–298.
- Oxenford, H. A. (1999). Biology of the dolphinfish in the western central Atlantic. *Scientia Marina*, 63(3–4), 277–301.
- Palko, B. J., Beardsley, G. L., & Richards, W. J. (1982). *Synopsis of biological data on dolphinfishes*. NOAA Technical Report NMFS 443.
- Randall, J. E. (1995). *Coastal fishes of Oman*. University of Hawaii Press.
- Riede K., 2004 - Global register of migratory species - from global to regional scales. Final Report of the R&D-Projekt 808 05 081. Federal Agency for Nature Conservation, Bonn, Germany. 329 pp.
- Roa-Ureta, R. H., et al. (2024). Stock assessment of *C. hippurus* in the South East Pacific Ocean.
- Santana-Hernández, H. (2001). *Estructura de pelágicos mayores y su relación con TSM en el Pacífico mexicano* [Tesis doctoral]. Universidad de Colima.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (2012). *Biometry* (4th ed.). W. H. Freeman.

- Solano-Sare, A., et al. (2008). *Biología y pesquería del perico (C. hippurus) en Perú*. IMARPE.
- Téllez, R. T., & Caballero, S. (2017). Seasonal variation of dolphinfish stocks in Colombia. *Oceanography & Fisheries*, 3(1), 1–11.
- Toala-Franco, D., Moreira-Sornoza, L., & Briones-Mendoza, J. (2020). *C. hippurus*: Un enfoque histórico-bibliográfico. *Revista Ciencia UNEMI*, 13(34), 105–113.
- Torrejón-Magallanes, J., Grados, D., & Lau-Medrano, W. (2019). Spatio-temporal distribution of *C. hippurus* off Peru. *Deep Sea Research II*, 169–170, 104665. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2019.104665>
- Tresierra-Aguilar, A., Culquichicón, Z., & Veneros-Urbina, B. (1999). Efecto de El Niño 1997–1998 en desembarques de Salaverry. *Revista Peruana de Biología*, 62(2).
- Uchiyama, J. H., Burch, R. K., & Kraul Jr., S. A. (1986). Crecimiento de *C. hippurus* y *C. equiselis* en Hawái. *Fishery Bulletin*, 84(1), 186–191.
- Varela, J. L., Lucas-Pilozo, C. R., & González-Duarte, M. M. (2016). Diet of *C. hippurus* in Ecuador. *Journal of the Marine Biological Association of the UK*, 97(1), 207–213.
- Vélez-Falcones, J., García-Veintimilla, M., León-Mateo, R., García, A., & Treviño, L. (2020). Fecundidad del dorado en el Pacífico ecuatoriano. *Foro Iberoamericano de Recursos Marinos*, 9, 300–307.
- Villón, C., & Gómez, W. (2019). *Plan de Acción Nacional para el Dorado 2019–2024*. WWF & SRP-MPCEIP.

- Wood, S. N. (2017). *Generalized additive models: An introduction with R* (2nd ed.). CRC Press.
- Yamada, U., Shirai, S., Irie, T., Tokimura, M., Deng, S., Zheng, Y., Li, C., Kim, Y. U., & Kim, Y. S. (1995). *Names and illustrations of fishes from the East China Sea and the Yellow Sea*. Overseas Fishery Cooperation Foundation.
- Zambrano, E. (1998). Circulación y estructura termohalina en el Pacífico Oriental durante El Niño 1997–1998. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 9(1), 101–120.
- Zúñiga-Flores, M. S., Ortega-García, S., & Klett-Traulsen, A. (2008). *Interannual and seasonal variation of dolphinfish (Coryphaena hippurus) catch rates in the Southern Gulf of California, Mexico*. *Fisheries Research*, 94(1), 13–17. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.06.003>
- Zúñiga, C., & Alió, J. (2022). Variación espacial y temporal de capturas de *Katsuwonus pelamis* en Ecuador. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología*, 50(2), 123–138. <https://doi.org/10.1007/s00343-021-1080-7>
- Zúñiga, M. S., Ortega-García, S., & Klett-Traulsen, A. (2008). Variation of dolphinfish catch rates in the southern Gulf of California. *Fisheries Research*, 94, 13–17.
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009). *Mixed effects models and extensions in ecology with R*. Springer.

## Legislación citada

**Acuerdo Ministerial No. 070.** (2011, 19 de mayo). Normas para la pesquería de dorado (*C. hippurus*). Registro Oficial de Ecuador.

**Acuerdo Ministerial No. MAP-SRP-2018-0127-A.** (2018, 29 de junio). Modificación de las normativas sobre captura incidental de dorado. Registro Oficial de Ecuador.

**Acuerdo Ministerial No. MAP-SRP-2018-0157-A.** (2018, 24 de julio). Ajustes a las permisibilidades de captura incidental durante la veda del dorado. Registro Oficial de Ecuador.

**Acuerdo Ministerial No. MAP-SRP-2018-0182-A.** (2018, 22 de mayo). Derogación de los Acuerdos Ministeriales MAP-SRP-2018-0127-A y MAP-SRP-2018-0157-A. Registro Oficial de Ecuador. <https://www.direccion.gob.ec/normativa>