



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD



CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud de la **TESIS** cuyo título es:

“Análisis de los parámetros físico-químicos del agua marina y su incidencia en los desembarques de la pesca artesanal del litoral de Pisco, 1997-1998”

Presentado por:

ZEBALLOS CAMAC MONICA MELINA

BACHILLER del nivel **PREGRADO** de la **ESCUELA DE INGENIERÍA PESQUERA**

Que. Se ha recibido del operador del programa informático evaluador de originalidad de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la UNICA, El informe automatizado de originalidad, el mismo que concluye de la siguiente manera:

El documento de investigación APRUEBA los criterios de originalidad con un porcentaje de similitud de 8%.

Para dar fe, se adjunta al presente el reporte de similitud de las bases de datos de iThenticate.

Pisco, 22 de diciembre del 2025


.....
DR. JOSÉ FERNANDO FOC REAÑO
DIRECTOR DE UNIDAD DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE
ALIMENTOS

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO PESQUERO

Análisis de los parámetros físico-químicos del agua marina y su
incidencia en los desembarques de la pesca artesanal del litoral de
Pisco, 1997-1998

AUTOR:

BACH. MÓNICA MELINA ZEBALLOS CÁMAC

**Ica, Perú
2025**

DEDICATORIA

A Dios, por darme salud, fuerzas, perseverancia y saber guiarme por el buen camino para seguir adelante, hacer frente a las adversidades sin desmayar, hasta alcanzar las metas y objetivos propuestos en el desarrollo de mi profesión.

A mi abuela Zulma, por estar siempre a mi lado, comprenderme, cuidarme y alentarme incansablemente en todos mis estudios hasta quererme ver profesional, mil gracias y besos por tu preocupación, no te voy a defraudar.

A mi abuelo Jorge, por su pasión por el mar, ser profesor y guía en la Ciencia Pesquera, despertar en mí el interés por el ambiente marino y sus recursos, por ser el impulsor y proponer el título de la tesis.

A mi Madre Alcira, por su apoyo, consejos, comprensión y ayuda en los momentos difíciles que complementan ser una persona con principios, valores, perseverancia y empeño para conseguir mis objetivos.

A la Memoria de mis tíos Manolo y Rafael, biólogos jóvenes teniendo mucho que aprender e investigar y que por distintas causas se me adelantaron en el camino de la vida y seguramente disfrutaban de este logro tanto como yo.

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga” por sus enseñanzas, consejos y hacerme visualizar la amplitud de especialidades de la Ciencia Pesquera.

AGRADECIMIENTOS

El agradecimiento en primer lugar a Dios por darme la vida y la oportunidad de culminar este trabajo de investigación.

Agradecer también a mis abuelos, fuente de apoyo constante e incondicional en todo este tiempo y por su comprensión que me ha mantenido perseverante para culminar este reto profesional.

El agradecimiento a mi asesor Dr. Víctor Elías Yupanqui por guiarme durante el proceso de la investigación realizada, por todas las facilidades para la culminación de la presente tesis.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Pesquera y Alimentos de la Universidad Nacional “San Luis Gonzaga”, por la formación profesional que me han otorgado y por cada una de sus enseñanzas impartidas y ser una constante motivación en el desarrollo de mi formación profesional.

A los profesionales del Instituto del Mar del Perú por ayudarme con la información necesaria y sugerencias muy valiosas venidas de su amplia experiencia en el campo de la investigación del ambiente marino del Perú.

El desarrollo de este trabajo ha sido posible, después de un proceso de análisis estadístico y desde el punto de vista teórico-práctico, para determinar la incidencia de los parámetros físico-químicos en los volúmenes de desembarque, de la pesca artesanal del litoral de Pisco. Para tal efecto, manifiesto mi agradecimiento por sus conocimientos, orientaciones, paciencia, tiempo y apoyo incondicional en el desarrollo de la tesis al Blgo. José Zavala Huambachano.

ÍNDICE

PORTADA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	1- 4
CAPÍTULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1 Descripción de la realidad problemática	5
1.2 Formulación del problema	6
1.2.1 Problema general	7
1.2.2 Problemas específicos	7
1.2.3 Aspectos a considerar	8
1.3 Justificación e importancia	8
1.4 Objetivos de la investigación	9
1.4.1 Objetivo general	9
1.4.2 Objetivos específicos	9
1.5 Hipótesis y Variables	10
1.5.1 Hipótesis	10
a) Hipótesis general	10
b) Hipótesis específicas	10
1.5.2 Variables	10
a) Independiente	10
b) Dependiente	10
CAPÍTULO II. BASES TEÓRICAS	11
2.1 Antecedentes de la investigación	11
2.1.1 Antecedentes nacionales	11
2.1.2 Antecedentes internacionales	12
2.2 Marco teórico	13-14
2.3 Marco conceptual	15-16
CAPÍTULO III. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS	17
3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación	17
3.1.1 Tipo de investigación	17
3.1.2 Nivel de investigación	17

3.1.3	Diseño de investigación	17
3.2	Material de trabajo	17
3.2.1	Ubicación geográfica del área de estudio	18
3.2.2	Material de trabajo	19
3.2.3	Métodos y técnicas de procesamiento de los datos	19
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		20
4.1	Resultados y discusión	20
4.1.1	Temperatura superficial del mar	20
4.1.2	Variabilidad comparativa de la temperatura entre 1997 y 1998	21
4.1.3	Anomalías térmicas (°C) marinas en Pisco 1996–1999	22
4.1.4	Condiciones frías en 1999 - La Niña moderada	23-24
4.1.5	Interpretación de las transiciones térmicas en el período 1997–1998	24-25
4.1.6	Variación de los parámetros oceanográficos por semestres entre 1997 y 1998 basados en: TSM (Temperatura Superficial del Mar), ATSM (Anomalía de la TSM) y el ICEN (Índice Costero El Niño).	26
4.1.7	Salinidad del mar en 1997 y 1998	27
4.1.8	Oxígeno disuelto del mar en 1997 y 1998	28-29
4.2	Volúmenes de desembarque (kg) de peces en 1997 y 1998	30
4.2.1	Análisis de los desembarques (kg) de peces en el “escenario cálido” 1997-98	30
4.2.2	Análisis de los desembarques (kg) de peces en el “escenario frío” 1997-98	31
4.2.3	Análisis estadístico de desembarques de peces en el “escenario frío” 1997-98	32
4.2.4	Dispersión de los datos de desembarques (kg) en el “escenario frío” 1997-98	33-35
4.2.5	Análisis de valores extremos de desembarques en “escenario frío” 1997-98	36-37
4.3	Volúmenes de desembarque (kg) de invertebrados marinos en 1997 y 1998	37
4.3.1	Desembarque de invertebrados “escenario cálido” y “escenario frío” 1997-98	38-39
4.3.2	Análisis estadístico desembarque invertebrados “escenario cálido” 1997-98	40-42
4.3.3	Análisis estadístico desembarque invertebrados “escenario frío” 1997-98	43-44
4.3.4	Variación de desembarques (kg) del total de especies favorecidas en escenario cálido, por semestres	45
4.3.5	Desembarque de tres principales especies de peces favorecidas en período cálido	46
4.3.6	Variación de desembarques del total de especies favorecidas por periodos cálidos por semestres (1997–1998)	46
4.3.7	Desembarques de las tres principales especies de peces favorecidas por periodos fríos entre 1997 y 1998	47
4.3.8	Variación de los desembarques (kg) por semestres del total de especie de invertebrados favorecidas por períodos cálidos (1997–1998)	48
4.3.9	Variación de los desembarques (kg) por semestres sin concha de abanico en	48

en periodos cálidos 1997–1998	
4.3.10 Desembarque (kg) de las tres principales especies de invertebrados favorecidas por periodos fríos (1997–1998)	49
4.3.11 Variación de desembarques totales de especies frías por semestres (1997-98)	49
4.3.12 Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces "escenario cálido" 1997-98	50-52
4.3.13 Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces "escenario frío" 1997-1998	53
4.3.14 Cambios significativos de los desembarques (kg) de peces en especies clave	54
4.3.15 Prueba estadística Kruskal Wallis de invertebrados "escenario frío" 1997-98	55-56
4.3.16 Análisis de Kruskal-Wallis para invertebrados "escenario frío" 1997-98	57
4.3.17 Análisis de Kruskal-Wallis para Invertebrados "escenario cálido" 1997-98	58
4.3.18 Prueba estadística de Chi cuadrado (X^2) para peces 1997-1998	59-60-61-62
4.3.19 Prueba estadística del Chi cuadrado (X^2) para invertebrados en 1997-98	63-64-65
4.3.20 Desembarque total (kg) por escenario térmico y semestre en 1997–1998	66
CONCLUSIONES	67-68-69
RECOMENDACIONES	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71-74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Registro de la temperatura superficial del mar por mes en el período 1996-1999	20
Tabla 2.	Promedios de la temperatura superficial del mar: 1997-1,1997-2; 1998-1, 1998-2	21
Tabla 3.	Variabilidad comparativa de la temperatura entre 1998-1 y 1998-2	22
Tabla 4.	Anomalías térmicas (°C) marinas en Pisco por mes en 1996–1999	23
Tabla 5.	Estadísticas descriptivas de las anomalías térmicas:1997-1,1997-2;1998-1,1998-2	24
Tabla 6.	Interpretación de anomalías térmicas de la TSM en Pisco 1997–1998	25
Tabla 7.	Estadísticas descriptivas de transición térmica en 1997-1998	25
Tabla 8.	Promedios semestrales de la temperatura 1997-1, 1997-2; 1998-1, 1998-2	26
Tabla 9.	Desembarque (kg) de peces en el “escenario cálido” 1997-1998	30
Tabla 10.	Desembarque (kg) de peces en el “escenario frío” 1997-1998	31-32
Tabla 11.	Estadísticas descriptivas de desembarques de peces en “escenario frío” 1997-98	33
Tabla 12.	Dispersión de los datos de desembarque (kg) en el “escenario frío” 1997-1998	34
Tabla 13.	Análisis de valores extremos de desembarques en “escenario frío” 1997-1998	36
Tabla 14.	Desembarque (kg) de invertebrados en “escenario cálido” y frío” 1997-98	38
Tabla 15.	Estadísticas descriptivas de los desembarques (kg) de invertebrados en el “escenario cálido” 1997-1998	39
Tabla 16.	Estadísticas descriptivas de los desembarques (kg) de invertebrados, con baja presencia en el “escenario cálido”	41
Tabla 17.	Estadísticas descriptivas de la distribución y simetría de los datos de desembarque (kg) de invertebrados en 1997-1998	41
Tabla 18.	Tendencias generales estadísticas de la dispersión y variabilidad de los datos en 1997-1998.	42
Tabla 19.	Estadísticas descriptivas de los desembarques (kg) de invertebrados en el “escenario frío 1997-1998”	44

Tabla 20. Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces en "escenario cálido" 1997-1998	50
Tabla 21. Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces en "escenario frío" 1997-1998	53
Tabla 22. Distribución y tendencias de los desembarques (Kg) de especies de peces	54
Tabla 23. Prueba estadística de Kruskal Wallis para invertebrados en "escenario frío" 1997-1998	55
Tabla 24. Análisis de Kruskal-Wallis para invertebrados en "escenario frío"	57
Tabla 25. Análisis de Kruskal-Wallis para Invertebrados en "escenario cálido"	58
Tabla 26. Prueba estadística de Chi cuadrado (χ^2) para peces 1997-1998	59-60-61
Tabla 27. Asociación entre las especies de invertebrados y los semestres considerando los escenarios térmicos cálido y frío, en 1997–1998	62-63
Tabla 28. Prueba estadística del Chi cuadrado (X^2) para invertebrados en 1997-1998	64
Tabla 29. Desembarque total (kg) por escenario térmico y semestre en 1997–1998	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio	18
Figura 2. Variabilidad de la temperatura en el “escenario cálido 1998-1”	21
Figura 3. Variación de la TSM por Semestre entre 1997 y 1998	26
Figura 4. Variación de la ATSM por semestre entre 1997 y 1998	26
Figura 5. Variación del ICEN por semestre entre 1997 y 1998	27
Figura 6. Desembarques (kg) de “caballa” y “bonito” en el “escenario cálido” 1997-1998	30
Figura 7. Promedios y dispersión de desembarques (kg) durante el “escenario frío” 1997-98	33
Figura 8. Dispersión de los datos de desembarque de peces en 1997-199	35
Figura 9. Dispersión de los desembarques (kg) de peces en el “escenario frío” 1997-1998	36
Figura 10. Distribución asimétrica de los desembarques (kg) en el “escenario frío” 1997-98	36
Figura 11. Variación de los desembarques (kg) por semestres del total de especies favorecidas por períodos fríos en 1997-1998	45
Figura 12. Desembarque (kg) de las tres principales especies de peces favorecidas por períodos fríos en 1997-1998	45
Figura 13. Variación de los desembarques (kg) por semestres del total de especies favorecidas por períodos fríos en 1997-1998	46
Figura14. Desembarque (kg) de las tres principales especies de peces favorecidos por períodos fríos en 1997-1998	47
Figura15. Variación de los desembarques (Kg) por semestres del total de especies de invertebrados favorecidos por períodos cálidos en 1997-1998	47
Figura 16. Desembarque (kg) de las tres principales especies de invertebrados favorecidas por períodos fríos en 1997-1998	48
Figura 17. Variación de los desembarques (kg) de especies de invertebrados favorecidas por períodos fríos en 1997-1998	48
Figura 18. Variación de los desembarques de las tres principales especies de invertebrados favorecidos por el período frío 1997-1998	49

RESUMEN

El área litoral de Pisco está localizada en la zona costera de Ica, ubicada en la región sur central de la costa peruana. En esta área, las características oceanográficas y físico-químicas del mar proporcionan un ecosistema altamente productivo por el afloramiento costero entre los 14° y 16°S frente a Perú. El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de los parámetros del agua: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto durante 1997-1998, con el fin de determinar la posible incidencia en los volúmenes de desembarque (kg) de la pesca artesanal de Pisco. Se analizaron los datos mediante la prueba ANOVA unidireccional por rangos de Kruskal-Wallis, y para encontrar relaciones entre variables se utilizó la prueba Ji-Cuadrada. El periodo 1997-1998, estuvo marcado por un evento El Niño intenso, con un claro aumento de la temperatura durante 1998-1 que representa el pico cálido, mientras que 1998-2 se inicia con un enfriamiento progresivo. Durante los años 1997 y 1998, en un “escenario cálido”, se observó un gran aumento en los volúmenes de desembarque, mayormente durante 1998. Este incremento, coincide con el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), lo que indica que las aguas más cálidas favorecieron a ciertas especies del ambiente pelágico como la caballa y el bonito. La “concha de abanico”, tuvo un aumento extraordinario, pasando de 48 mil kg en el primer semestre de 1997-1 a más de 17 millones de kg en el segundo semestre de 1998-2. Durante los años 1997 y 1998, en un “escenario frío” se observó una alta diversidad de peces, pero fueron pocas las especies costeras, cuyos volúmenes totales tuvieron la mayor representatividad como la cabinza, con un total de 622,343 kg, representando el 28.9% del total. El pejerrey ocupó el segundo lugar con 181,707 kg (8.4%). En los invertebrados marinos el caracol común y el cangrejo peludo mostraron altos desembarques en 1997. Los resultados evidencian una variabilidad espacial y temporal en la temperatura superficial del mar, salinidad y oxígeno disuelto, producto de la interacción de diferentes masas de agua, como aguas costeras frías y ricas en nutrientes, y aguas subtropicales más cálidas y pobres en nutrientes. En conclusión, los parámetros físico-químicos del agua juegan un papel determinante en la dinámica de la pesquería artesanal del área de Pisco. La comprensión de esta relación es esencial para la gestión sostenible de los recursos y para mejorar las estrategias de pesca en función de las condiciones oceanográficas.

Palabras clave: Análisis, parámetros, físico químicos, agua. Prueba Kruskal-Wallis. Incidencia, volúmenes, desembarque, pesca artesanal

ABSTRACT

The coastal area of Pisco is located in the coastal area of Ica, located in the south-central region of the Peruvian coast. In this area, the oceanographic and physical-chemical characteristics of the sea provide a highly productive ecosystem due to the coastal upwelling between 14° and 16°S off Peru. The objective of this work was to perform an analysis of the water parameters: temperature, salinity and dissolved oxygen during 1997-1998, in order to determine the possible impact on the landing volumes (kg) of the artisanal fishing of Pisco. The data were analyzed using the Kruskal-Wallis unidirectional range-based ANOVA test to determine the incidence of water parameters on landings, and the Chi-Square test was used to find relationships between variables. The period 1997-1998 was marked by an intense El Niño event, with a clear increase in temperature during 1998-1 that represents the warm peak, while 1998-2 begins with a progressive cooling. During the years 1997 and 1998, in a "warm scenario", a large increase in fish landings was observed, mostly during 1998. This increase coincides with the increase in sea surface temperature (SST), which indicates that warmer waters favored certain species of the pelagic environment such as mackerel and bonito. The fan shell had an extraordinary increase, going from 48 thousand kg in the first half of 1997-1 to more than 17 million kg in the second half of 1998-2. During the years 1997 and 1998, in a "cold scenario" a high diversity of fish was observed, but there were few coastal species, whose total volumes had the greatest representativeness, such as the cabinza, with a total of 622,343 kg, representing 28.9% of the total. The silverside ranked second with 181,707 kg (8.4%). In marine invertebrates, the common conch and the hairy crab showed high landings in 1997. The results show a spatial and temporal variability in sea surface temperature, salinity, and dissolved oxygen, product of the interaction of different water masses, such as cold coastal waters rich in nutrients, and warmer and nutrient-poor subtropical waters. In conclusion, the physico-chemical parameters of the water play a determining role in the dynamics of artisanal fisheries in the Pisco area. Understanding this relationship is essential for sustainable resource management and for improving fishing strategies based on oceanographic conditions.

Keywords: Analysis, parameters, physico-chemical, water. Try Kruskal-Wallis. Incidence, volumes, landing, artisanal fishing.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere al tema de análisis de los parámetros físico-químicos del agua y su incidencia en los volúmenes de desembarque (kg) de la pesca artesanal de Pisco, durante el período 1997-1998. De acuerdo con Guevara *et al.*, [5], aún existe escasa información de las condiciones físico-químicas, biológico-pesqueras y de variabilidad oceanográfica para el área de Pisco entre la línea costera y las 30 millas náuticas de la costa, área que constituye un ambiente de gran interés para la pesca artesanal, maricultura, recursos marinos potenciales y para estudios de contaminación. Por ello es importante conocer más sobre las variaciones del medio marino mediante estudios y monitoreos de todos los posibles factores que influyen directa o indirectamente sobre los recursos hidrobiológicos.

Galarza y Kámiche [9], consideran a la pesca artesanal como una actividad con altos niveles de incidencia en la economía local, especialmente en las regiones costeras, y nacional, por su contribución en la generación de empleo y aporte a la seguridad alimentaria de la población; sin embargo, se tiene información cuantitativa limitada, debido a que es una de las actividades con mayor incidencia de informalidad y hasta la fecha no se logra una gestión adecuada.

La pesca artesanal en Pisco, constituye una actividad socioeconómica importante, sustentada en recursos pesqueros distribuidos, principalmente, dentro de las 10 mn de distancia a la costa y en los alrededores de las islas Chincha, I. Ballestas, I. Blanca, I. San Gallan, I. Santa Rosa e I. Independencia. Los lugares de desembarque en Pisco son: Caleta San Andrés, El Chaco, Lagunillas, Rancherío y Laguna Grande.

Como señala Pizarro [28], el área marina frente a la costa peruana presenta características muy particulares, originadas principalmente por el complejo sistema de corrientes superficiales y subsuperficiales, asociadas a la variación zonal y temporal de los afloramientos costeros, los mismos que son favorecidos por la intensificación de los vientos alisios del sureste. Estas características particulares pueden cambiar drásticamente ante la presencia de eventos climatológicos como el ENOS (El Niño y La Niña), los que según su intensidad pueden originar anomalías térmicas de hasta 10°C sobre el promedio multianual, como lo sucedido en los años 1982-83 y 1997-98. Estas alteraciones de las condiciones oceanográficas influyen de manera importante en la distribución de las poblaciones de especies marinas, así como en la disponibilidad y la accesibilidad para su captura.

En la opinión de Graco *et al.*, [11], esta variabilidad oceanográfica determina importantes fluctuaciones en el Frente Ecuatorial, en la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell y en el afloramiento costero, afectando la abundancia y distribución de los recursos biológicos.

Como lo hace notar Zuta y Guillen [34], en esta área de la costa central, las características oceanográficas y físico-químicas del mar de Pisco proporcionan un ecosistema altamente productivo por el afloramiento costero entre los 14° y 16°S frente a Perú, generalmente por encima de los 75m y 100m que lleva aguas a la superficie provenientes de tres orígenes: de las aguas ecuatoriales relativamente oxigenadas de la Corriente Cromwell, de las aguas deficientes en oxígeno de la Corriente Peruana Subsuperficial y de la mezcla de Aguas Templadas Subantárticas y Aguas Ecuatoriales Subsuperficiales que alimentan los afloramientos al sur de los 14° S.

La gran producción biológica y la variabilidad de los procesos bio-oceanográficos del sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú han sido objeto de numerosos estudios y campañas oceanográficas tanto de carácter nacional como internacional. Algunas de estas campañas realizadas por el Instituto del Mar del Perú IMARPE (ej., cruceros oceanográficos, cruceros de evaluación hidro acústica de recursos pelágicos, entre otros) se han mantenido a lo largo del tiempo con el fin de evaluar la abundancia y distribución de los recursos marinos y su interrelación con el ambiente en el cual se desarrollan, siendo este último aspecto clave para la comprensión del ecosistema y su funcionamiento.

Aunque los eventos de surgencia ocurren durante todo el año frente a Perú, existe una alta variabilidad oceanográfica de origen local y/o remoto a diferentes escalas temporales (intra estacional, estacional, interanual y decadal). Esta variabilidad oceanográfica determina importantes fluctuaciones en el Frente Ecuatorial, en la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell y en el afloramiento costero afectando la abundancia y distribución de los recursos biológicos. Como condiciones anormales frente a la costa peruana, tenemos los eventos denominados fenómenos “El Niño”, como los ocurridos más recientemente y de fuerte intensidad en 1972-1973, 1982-1983, 1986-1987, 1997-1998, que impactaron con notoriedad, principalmente sobre los recursos anchoveta, bonito, pejerrey, concha de abanico, choro, chanque, macha, concha navaja, macroalgas, entre otros.

El fenómeno El Niño que ocasionalmente se produce en el Perú es un evento climático y oceanográfico de alcance mundial, cuyos efectos son más intensos frente a la costa peruana. Las manifestaciones más evidentes durante El Niño son la elevación de la temperatura del mar, la mortalidad o migración de las especies típicas de la zona (como anchoveta, aves guaneras, lobos marinos y delfines). Al finalizar el evento, las especies afectadas inician un proceso hacia su recuperación, cuya duración dependerá de la intensidad de este fenómeno.

Sólo para algunas especies de peces e invertebrados, El Niño significa mejores condiciones de vida; es el caso de la concha de abanico en Paracas, que se desarrolla más rápido a mayor temperatura, llegando a zonas menos profundas y alcanzando una densidad de hasta 100 conchas por metro cuadrado. En algunos casos después de ocurrido el fenómeno El Niño, se presentan condiciones de aguas más frías de lo normal, en un evento conocido como La Niña. Entre sus

principales efectos están las sequías en la costa norte y un aumento de la intensidad de los afloramientos costeros, beneficiando de esta manera a especies como la anchoveta, la cabinza, el pejerrey, etc. y sus depredadores, además de la actividad pesquera.

Para analizar esta problemática es necesario de mencionar sus causas. Una de ellas es el desconocimiento de los factores clave que influyen en estos cambios en la calidad del agua, especialmente en términos de los parámetros físico-químicos, como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y concentración de nutrientes. Estos parámetros son determinantes para la salud de los ecosistemas marinos y la abundancia de los recursos pesqueros. Las variaciones en estos factores pueden alterar la productividad primaria y secundaria del ecosistema marino, afectando así la disponibilidad de especies pesqueras clave, como la anchoveta, sardina, bonito, jurel, el calamar y otras especies comerciales.

Para realizar el análisis a los datos de temperatura superficial del mar y a los volúmenes de desembarque (kg) de los recursos hidrobiológicos, primero se agruparon por separado las temperaturas y después las especies de peces e invertebrados marinos por años y semestres, es decir: 1997-1, 1997-2; 1998-1, 1998-2, de ello se encontraron especies de peces e invertebrados del “escenario cálido” y “escenario frío” que tuvieron mayores desembarques y otras que fueron menos favorecidas. Para saber cuál es el patrón de las temperaturas y los desembarques tanto para peces como invertebrados se utilizó la prueba de análisis de Kruskal Wallis y la Chi cuadrada, que son procedimientos estadísticos que nos permiten conocer los parámetros centrales y de dispersión de los datos.

A pesar de que no se contó con la data continua de la temperatura para todos los meses, se tuvo que hacer un análisis de distribución no paramétrica, porque no siguen una distribución normal, lo que permitió observar la variación del parámetro, pero lo más importante como variable oceanográfica en el contexto del evento El Niño, son las anomalías térmicas en los semestres indicados.

Existe una falta de un monitoreo constante y adecuado de los parámetros físico-químicos del agua en el área litoral de Pisco. Esto limita la capacidad de respuesta y adaptación de los pescadores artesanales ante los cambios en las condiciones ambientales, lo que hace más difícil gestionar adecuadamente los recursos pesqueros de manera sostenible.

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se justifica la realización del presente trabajo debido a que contribuirá con el conocimiento sobre los cambios que se dan en los volúmenes de desembarque (kg) de los principales recursos pesqueros de la zona marino costera de Pisco en relación con la variabilidad ambiental que se presenta como parte de un cambio climático global y el esfuerzo de pesca; lo que conducirá a desarrollar estrategias de gestión adecuadas donde se consideren los diferentes escenarios ambientales.

Para realizar el análisis a los datos de temperatura superficial del mar y a los volúmenes de desembarque (kg) se tuvo que hacer un análisis de distribución no paramétrica, porque no siguen

una distribución normal, lo que permitió observar la variación del parámetro, pero lo más importante como variable oceanográfica en el contexto del evento El Niño, son las anomalías térmicas en los semestres indicados.

Los datos de salinidad, y oxígeno disuelto, fueron obtenidos de los Monitoreos Oceanográficos Pesqueros en Áreas Seleccionadas MOPAS-Pisco, que se realizaron durante el período 1997-1998, entre los 13° 25.9'S, 76°25.2'W (Bahía de Pisco) y los 14°23'S, 76°24.80'W (Sur de Bahía Independencia), con el objeto de relacionar su incidencia en el mayor o menor volumen de desembarque (kg), de peces e invertebrados de la pesca artesanal local.

Se intenta dar respuesta al problema enunciado planteando la hipótesis: Si cambian los parámetros físico-químicos del agua como: la temperatura, salinidad y oxígeno disuelto, entonces se produce una variación en los volúmenes de desembarque de la pesca artesanal.

El objetivo del presente trabajo es: realizar un análisis de los parámetros físico-químicos del agua y su incidencia en los volúmenes de desembarque de la pesca artesanal del área litoral de Pisco durante 1997-1998. Además, se plantean los siguientes objetivos específicos: realizar un análisis comparativo semestral de la temperatura y los volúmenes de desembarque (kg) de la pesca artesanal, determinar la variación de los volúmenes de desembarque (kg) del total de especies por semestres, identificar los principales factores o eventos naturales que producen alteración en los parámetros físico-químicos del agua.

CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción de la realidad problemática

La pesquería artesanal en Pisco, Ica, es una de las actividades económicas más relevantes para las comunidades locales, que dependen directamente de los recursos marinos para su subsistencia y bienestar económico. Sin embargo, en los últimos años, esta actividad ha enfrentado varios desafíos debido a las fluctuaciones en la abundancia y distribución de las especies marinas, lo que ha afectado la estabilidad y sostenibilidad de la pesca artesanal en la región.

Uno de los factores clave que influye en estos cambios es la calidad del agua, especialmente en términos de los parámetros físico-químicos, como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH y concentración de nutrientes. Estos parámetros son determinantes para la salud de los ecosistemas marinos y la abundancia de los recursos pesqueros. Las variaciones en estos factores pueden alterar la productividad primaria y secundaria del ecosistema marino, afectando así la disponibilidad de especies pesqueras clave, como la anchoveta, sardina, bonito, jurel, el calamar y otras especies comerciales.

La variabilidad climática y los fenómenos como El Niño también han tenido un impacto significativo en la calidad del agua. Durante eventos de El Niño, las altas temperaturas del agua y la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua pueden provocar desplazamientos de especies hacia áreas más profundas o hacia otras zonas más frías, reduciendo la disponibilidad de recursos pesqueros cerca de las costas. Esto ha generado una alta incertidumbre en las comunidades pesqueras, que ven afectada su capacidad de pesca.

Por otro lado, la contaminación marina es otro factor que complica la situación. Las actividades industriales y urbanas en la región, como los vertidos de desechos agrícolas e industriales, contribuyen al deterioro de la calidad del agua. El aumento de nutrientes inorgánicos y la contaminación por residuos orgánicos pueden generar eutrofización en algunas zonas costeras, lo que puede causar la proliferación de algas y la disminución de oxígeno, afectando negativamente la biodiversidad marina.

A pesar de estos desafíos, existe una falta de un monitoreo constante y adecuado de los parámetros físico-químicos del agua en la región. Esto limita la capacidad de respuesta y adaptación de los pescadores artesanales ante los cambios en las condiciones ambientales, lo que hace más difícil gestionar adecuadamente los recursos pesqueros de manera sostenible.

En resumen, la pesca artesanal en Pisco, Ica, se enfrenta a una problemática compleja que involucra tanto factores naturales (como la variabilidad climática) como humanos (como la

contaminación y la sobreexplotación de los recursos). Para garantizar la sostenibilidad de la actividad pesquera, es necesario entender mejor la influencia de los parámetros físico-químicos del agua en la distribución y abundancia de las especies marinas, y desarrollar estrategias de manejo pesquero que permitan mitigar los impactos negativos y fomentar la recuperación de los ecosistemas marinos.

1.2 Formulación del problema.

En la provincia de Pisco, ubicada en la costa de Ica, la actividad pesquera artesanal representa una fuente vital de sustento para muchas familias y comunidades locales. Sin embargo, en los últimos años, se ha observado una variabilidad significativa en la disponibilidad y captura de especies marinas, lo cual ha generado preocupación entre los pescadores artesanales. Este fenómeno podría estar relacionado con múltiples factores, entre ellos, los cambios en las condiciones físico-químicas del agua marina, tales como la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto, como lo señala Barreto [16].

Estos parámetros influyen directamente en la distribución, reproducción y comportamiento de las especies marinas. Por ejemplo, ciertos peces migran o se ausentan de la zona cuando la temperatura del mar cambia fuera de sus rangos óptimos, o cuando los niveles de oxígeno disuelto disminuyen, afectando su supervivencia. Pese a la importancia de estos factores, aún existe poca información sistematizada sobre cómo estas variables ambientales impactan concretamente en la pesca artesanal en el litoral de Pisco.

La falta de estudios actualizados que relacionen estos parámetros físico-químicos con la actividad pesquera artesanal limita la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades locales, instituciones técnicas y los propios pescadores. Sin datos precisos y análisis claros, es difícil establecer estrategias sostenibles que ayuden a mejorar la gestión pesquera, proteger los ecosistemas marinos y garantizar la seguridad alimentaria y económica de las familias que dependen de esta actividad.

En este contexto, surge la necesidad de analizar los parámetros físico-químicos del agua en la zona costera de Pisco y comprender cómo inciden en la dinámica de la pesca artesanal. Este análisis permitirá generar conocimiento técnico que pueda ser utilizado como base para acciones de gestión pesquera, conservación y adaptación al cambio climático.

1.2.1 Problema general

En los últimos años, la pesquería artesanal en la zona de Pisco, Ica, ha mostrado variaciones en la cantidad y tipo de especies capturadas, lo que ha generado preocupación entre los pescadores locales, ya que esto afecta directamente su economía y sostenibilidad laboral.

Uno de los factores que podría estar influyendo en esta situación son las condiciones del agua marina, particularmente los parámetros físico-químicos como la temperatura, la salinidad y el oxígeno disuelto. Estos factores tienen un impacto directo sobre la distribución, comportamiento y reproducción de las especies marinas.

Sin embargo, en la actualidad no se cuenta con un análisis detallado que relacione estos parámetros con la actividad pesquera artesanal en esta zona específica. Esto hace necesario investigar cómo los cambios en dichos parámetros han influido — y podrían seguir influyendo — en la dinámica de la pesquería artesanal en Pisco, para así contribuir con información científica que permita mejorar la toma de decisiones, tanto a nivel local como regional, en el manejo y sostenibilidad de los recursos marinos.

1.2.2 Problemas específicos

En la actualidad, muchos pescadores artesanales de Pisco no comprenden con claridad cómo las variaciones en la temperatura del agua del mar influyen directamente en la presencia o ausencia de especies marinas. La falta de información técnica y científica sobre este parámetro, impide que puedan anticiparse a los cambios en la biodiversidad marina, lo cual perjudica la planificación de sus faenas pesqueras y, en consecuencia, sus ingresos económicos.

En las zonas donde se desarrolla la actividad pesquera artesanal, lugares donde no se ha evaluado adecuadamente la salinidad, el pH, la turbidez o la concentración de oxígeno disuelto del agua, limita conocer si el ambiente marino es adecuado para la reproducción y el desarrollo de las especies que capturan.

Además, la escasa vigilancia sobre la calidad del agua puede permitir que fuentes contaminantes sigan afectando el ecosistema sin que se tomen medidas a tiempo. A pesar de que muchos pescadores reportan una reducción en las capturas, no existen suficientes estudios locales que analicen si esta disminución está relacionada con la presencia de residuos industriales, agrícolas o urbanos que llegan al mar. No tener evidencia científica sobre esta posible relación impide implementar estrategias de control o recuperación del ecosistema costero que beneficien directamente a la pesquería artesanal.

Los pescadores de Pisco cuentan con saberes empíricos que han heredado de generación en generación, sin embargo, estos conocimientos no siempre están integrados con estudios científicos que permitan validar o complementar su experiencia. Esta desconexión limita las oportunidades para que los pescadores participen activamente en la conservación del ambiente marino o en la toma de decisiones que afecten su actividad económica.

Actualmente, no existe un sistema permanente y accesible para monitorear los parámetros físico-químicos del agua en las zonas donde operan los pescadores artesanales. Esta falta de monitoreo impide detectar a tiempo variaciones que puedan afectar la salud del ecosistema marino. Si existiera un seguimiento continuo, se podrían establecer alertas tempranas y tomar decisiones preventivas para proteger las especies marinas y la sostenibilidad de la actividad pesquera.

1.2.3 Aspectos a considerar

Se debe identificar y describir los parámetros más relevantes: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, entre otros, y explicar cómo cada uno de estos parámetros influye en los ecosistemas marinos y en la supervivencia de las especies que se pescan artesanalmente en el mar de Pisco.

También es necesario una descripción detallada del litoral de Pisco, de las zonas de pesca artesanal, presencia de desembarcaderos artesanales como San Andrés, El Chaco, Lagunillas, Rancherío y Laguna Grande.

Tener muy en cuenta las condiciones climáticas (corrientes marinas, influencia de El Niño, La Niña, etc.) y cómo afectan los parámetros físico-químicos, a las especies que son mayormente capturadas; cómo ha variado la producción pesquera en los últimos años y si hay evidencia de disminución de recursos, recoger información suficiente, reciente y confiable sobre la calidad del agua en la zona, hacer un seguimiento de estos parámetros en las instituciones (IMARPE, ANA, OEFA, entre otros), y plantear alternativas de monitoreo, capacitación a pescadores o políticas de manejo responsable de los recursos marinos.

1.3 Justificación e importancia

El motivo de la investigación es dar a conocer el conocimiento de las características físico-químicas del ambiente marino y su influencia sobre los recursos pesqueros, como algunas de las causas del aumento o disminución de su abundancia que impacta sobre la economía de los pescadores artesanales de Pisco, que dependen de lo que les proporciona el mar para vivir, y muchas veces no saben por qué suceden estas variaciones con las especies y cada vez que se hacen a la mar es más difícil realizar buenas faenas de pesca. Otras veces lo atribuyen al clima, o a la suerte, pero ellos desconocen con precisión cómo está la calidad del agua de mar, si está limpia, si tiene buena concentración de oxígeno disuelto, si está muy caliente o muy fría, o con baja o alta salinidad como producto de las corrientes marinas presentes, etc.

Con el presente trabajo de investigación, se pretende contribuir con el entendimiento de los pescadores artesanales, que los cambios en los parámetros físico-químicos del agua influyen

directamente en la mayor o menor presencia de los recursos hidrobiológicos en la zona marino costera de Pisco. También es relevante considerar en el campo los conocimientos y experiencia de los pescadores para vigilar y conservar el mar, con lo cual se logre la supervivencia de las especies marinas, y de esta forma se pueda asegurar que las familias que viven de la pesca no se queden sin los medios de sustento para la vida. Por eso, esta clase de trabajos no solo son necesarios, sino también imprescindibles para buscar soluciones reales, que puedan servir como base para tener mayor conocimiento de cómo está el mar en Pisco y cómo su estado ambiental afecta a los recursos y a los pescadores.

Además, los trabajos que se desarrollen como el presente puede ayudar a futuro a que las autoridades, las instituciones, y a las agrupaciones de los pescadores para que puedan tomar mejores decisiones, ya sea para proteger las zonas de pesca, controlar la contaminación o hacer un monitoreo constante de la calidad del agua. También puede motivar a que más jóvenes o profesionales se interesen en estudiar el mar y sus recursos, pensando en el futuro de nuestro ecosistema marino.

1.4 Objetivos de la investigación

Conocer en forma regular los parámetros físico-químicos del agua marina en el litoral de Pisco, nos permitiría entender en parte cómo se encuentra el ecosistema marino en la actualidad, y que cualquier variación en ellos puede afectar a los recursos hidrobiológicos.

La finalidad del estudio del ambiente marino y sus recursos mediante monitoreos y operaciones científicas durante las diferentes estaciones del año coadyuvará con el conocimiento del estado de la calidad del mar y cómo este podría estar influyendo en la actividad pesquera artesanal. Estas variaciones pueden influir directamente en los procesos naturales de las especies marinas, como su reproducción, alimentación o migración.

Por ello, es importante entender si hay algún patrón o comportamiento constante en la calidad del agua durante el año, para así conocer mejor cómo estos cambios podrían estar relacionados con la disminución o aumento de ciertas especies que son parte de la pesca artesanal, relacionar y establecer una conexión entre los datos obtenidos del agua (como su temperatura, salinidad, oxígeno, entre otros) y la cantidad o presencia de peces y otras especies marinas que los pescadores artesanales logran capturar.

1.4.1 Objetivo general

Realizar un análisis de los parámetros físico-químicos del agua marina y su incidencia en los volúmenes de desembarque de la pesca artesanal del área litoral de Pisco en 1997-1998.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Realizar un análisis comparativo semestral de la temperatura superficial del mar y los volúmenes de desembarque (kg) de la pesca artesanal del área litoral de Pisco.
- b) Determinar la variación de los volúmenes de desembarque (kg) del total de especies por semestres.

- c) Identificar los principales factores o eventos naturales que producen alteración en los parámetros físico-químicos del agua marina.

1.5 Hipótesis y Variables

1.5.1 Hipótesis

a) Hipótesis general

Si cambian los parámetros físico-químicos del agua como la temperatura (°C), salinidad (‰) y oxígeno disuelto (O₂), entonces se produce una variación en los volúmenes de desembarque de la pesca artesanal.

b) Hipótesis específicas

- Si la temperatura del agua aumenta o disminuye demasiado, produce una notoria variación en la abundancia o disminución de peces, crustáceos, moluscos, y algas.
- Si el nivel de oxígeno disuelto en el agua es muy bajo, los peces y otras especies marinas pueden morir o desplazarse hacia otras zonas de distribución favorables, lo que ocasiona disminución de los volúmenes de desembarque (kg).
- Si la salinidad del agua aumenta o disminuye, ocasiona una dispersión de los recursos pesqueros de sus habituales zonas de distribución y concentración, impactando en las capturas que realizan los pescadores artesanales.

1.5.2. Variables

a) Independiente

Parámetros físico-químicos del agua de mar: temperatura, salinidad, oxígeno disuelto y su incidencia en los volúmenes de desembarque (kg).

b) Dependiente

Volúmenes de desembarque (kg) de peces e invertebrados marinos.

CAPITULO II. BASES TEÓRICAS

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

En Perú, la pesquería artesanal es una actividad de gran relevancia económica y cultural, especialmente en las regiones costeras como Pisco, Ica, donde la pesca depende directamente de las condiciones del agua. En este contexto, diversos estudios han analizado la calidad del agua en las zonas pesqueras y su relación con la pesca artesanal, abarcando temas como la contaminación, el cambio climático, la eutrofización, y sus impactos sobre la biodiversidad marina y las actividades pesqueras. A continuación, se presentan algunos de los antecedentes más relevantes de investigaciones y estudios a nivel nacional.

En 1970, Zuta y Guillén [34], mencionan que la distribución y variación de la temperatura del mar, está fundamentalmente ligada a las corrientes oceánicas y a variaciones en la radiación solar. El área fría permanente está entre los 14-16° S. La salinidad es otro de los parámetros conservativos que da características especiales al agua de mar y depende fundamentalmente de los procesos de evaporación y precipitación. Las aguas provenientes del afloramiento son generalmente aguas con salinidad < 34.9‰ al sur de los 14° S y con salinidad < 35‰ más al norte. Los cambios de salinidad frente a la costa peruana están sujetos principalmente a la circulación superficial que produce advección de aguas más salinas (ASS) o menos salinas (AES), a procesos de mezcla vertical por turbulencia y convección y a fenómenos de evaporación y precipitación. El oxígeno es absorbido permanentemente de la atmósfera y también es producido por fotosíntesis. El oxígeno proveniente de la atmósfera se disuelve en el agua de mar hasta que se establezca un equilibrio entre el aire y el agua y el oxígeno se aproxime a su valor de saturación. El valor de saturación del oxígeno en el océano depende de la temperatura y la salinidad. El valor de saturación aumenta por disminución tanto de la temperatura, como de la salinidad.

En el año 1986 IMARPE inicia un importante sistema de observación bio-oceanográfico mensual a lo largo de la costa de Perú conocido como Monitoreo Oceanográfico Pesquero en Áreas Seleccionadas o MOPAS. Estas observaciones, entre las que se encuentran mediciones de nutrientes y oxígeno en la columna de agua, se realizaron mensualmente en el área de Callao, Etapa I (Zuta, 1989) para luego extenderse al área norte como parte de las actividades del proyecto especial, Estudio Integral del fenómeno El Niño (PEEICON), y finalmente a las áreas de Tumbes, Paíta, Chimbote e Ilo.

En 1992, Calienes [32], menciona que el Instituto del Mar del Perú cuenta dentro del sistema de observación oceanográfica con el Plan MOPAS-Monitoreo Oceanográfico Pesquero en Áreas

Seleccionadas, cuyo principal objetivo es conocer las características y cambios de las condiciones oceanográficas mensuales, estacionales e inter anuales (El Niño), en áreas específicas de la costa peruana, así como su relación con los recursos explotables y potenciales locales.

En el 2007, Graco *et al.*, [11] concluyen que las características hidroquímicas del área de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú y su variabilidad son aspectos claves para comprender las fluctuaciones en la productividad, en la distribución y abundancia de los recursos marinos y en general de los componentes biológicos del sistema. El desafío actual es avanzar en la comprensión de uno de los ecosistemas más productivos del mundo, estudiando el ambiente químico, buscando determinar el tipo de relaciones que existen entre las condiciones químicas, tales como nutrientes u oxígeno y los distintos componentes biológicos del sistema. En este sentido, la profundización en los análisis retrospectivos de datos químicos es un aspecto clave, como también el análisis integrado y multidisciplinario de datos y procesos físicos, químicos y biológicos.

En el 2007, Cárdenas *et al.*, [8] concluyeron que las condiciones oceanográficas superficiales y en profundidad, indicaron la presencia de las ACF influenciadas por las ATSA, con mayor dispersión de sur a norte. Los recursos predominantes fueron la anchoveta y la munida. La distribución de la anchoveta alcanzó hasta las 40 mn, la munida estuvo más costera y mezclada con la anchoveta. La anchoveta fue la especie predominante en el ecosistema costero, encontrándose en concentraciones de muy dispersa a dispersa, comportamiento favorecido por las condiciones ambientales frías.

En el 2018, Torres y Tello [7] publicaron su trabajo de investigación que tuvo como objetivo analizar la influencia de la variabilidad ambiental y el esfuerzo de pesca sobre los recursos pesqueros de la región Lambayeque durante el periodo 1991-2015. Las variables analizadas fueron la Temperatura Superficial de Mar (TSM), la Salinidad superficial del mar (SSM), el índice de afloramiento costero (TEK) y el índice costero El Niño (ICEN); la influencia de dichas variables se evaluó en función de los desembarques de los recursos pesqueros frente al litoral Lambayeque. Los resultados obtenidos indicaron que la TSM fue la variable que presentó mayor influencia sobre los recursos pesqueros en la región y frente a eventos extremos cálidos o fríos la abundancia, distribución y disponibilidad de los recursos se vio afectada de acuerdo a la intensidad y duración de cada evento.

2.1.2 Antecedentes internacionales

A nivel internacional, el análisis de los parámetros físico-químicos del agua y su impacto en la pesquería artesanal ha sido objeto de numerosos estudios en diversas regiones costeras del mundo.

Estos estudios han identificado factores comunes que afectan tanto la biodiversidad marina como las actividades pesqueras, lo que ofrece una perspectiva más amplia sobre los desafíos que enfrenta Pisco, en relación con la calidad del agua y la pesquería artesanal. A continuación, se presentan algunos antecedentes relevantes a nivel internacional que proporcionan información sobre el tema.

En el 2008, Acuña *et al.*, [14] publicaron los resultados de cuatro cruceros realizados a la Isla del Coco, Costa Rica, en los cuales recopilaron datos oceanográficos relacionados con la temperatura superficial, salinidad, oxígeno disuelto, concentraciones de nitratos, nitritos, fosfatos, silicatos, clorofila-a y materiales en suspensión. Las temperaturas superficiales, las salinidades y las concentraciones de oxígeno disuelto eran altas, en el rango de 26,5 a 29,7°C, 27 a 32 psu y 102,0 al 127,5 % de saturación respectivamente. El fosfato siempre estuvo presente en las muestras de agua, dentro de los rangos típicos de 0,10 a 0,53 $\mu\text{mol /L}$; los demás nutrientes no estaban detectables en algunas muestras. Las concentraciones de Clorofila- a estaban en el rango de 0,02 a 0,42 mg/m^3 lo cual reveló influencia del ambiente oceánico y de aguas costeras, con mayores concentraciones de pigmentos fitoplanctónicos cerca de la costa, y materiales suspendidos desde 1.08 hasta 17,91 mg/L .

En el 2015, De Feo [31] comenta que el subsistema de recursos incluye: a) el ciclo de vida de la especie (incluida la biología de la reproducción, reclutamiento, crecimiento y mortalidad); b) los factores ambientales que afectan la abundancia y distribución espacio-temporal de las especies; y c) las interdependencias ecológicas.

En el 2023, Arredondo [12] menciona que la elevación de la temperatura del mar continuará causando trastornos en la trama trófica oceánica, ya que el año 2021, según un informe publicado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), fue uno de los más calurosos jamás registrados en la Tierra, y la temperatura de los océanos alcanzó un máximo histórico, un notorio signo de cómo la actividad humana se encuentra desbalanceando la ecuación de equilibrio de la naturaleza del planeta desde hace casi medio siglo.

2.2 Marco teórico

Se identifica fuentes clave, relacionadas con los parámetros físico-químicos del agua marina y su incidencia en los recursos pesqueros, tomando en cuenta aspectos de la calidad del agua, los impactos de factores como el cambio climático, la contaminación y la eutrofización, y cómo estos afectan los ecosistemas marinos y las actividades pesqueras locales.

Zuta, y Urquiza, [35] sustentan que la superficie del mar es uno de los límites naturales más importantes del océano, porque siendo la interface entre el océano y la atmosfera, a través de ella se realiza la interacción de estos dos sistemas, interacción que se manifiesta por ejemplo en el calentamiento y enfriamiento, en la evaporación y la precipitación, en la convergencia y divergencia de las aguas oceánicas, en los afloramientos y hundimientos, etc., y que las variaciones de la temperatura superficial del mar se deben principalmente a las variaciones de la radiación solar y a la influencia de las corrientes oceánicas y de los afloramientos.

Cuando estuvieron preparando la carta de promedios mensuales de temperatura, para encontrar las desviaciones mensuales, y hacer comparaciones aproximadas con cartas promedios publicadas para todo o una buena parte del Pacífico de Wyrski (1964) y de Laviolette y Seim (1969), pudieron decir que, en general, el año 1969 fue un año caliente y que el calentamiento más notable ocurrió en los meses de abril y mayo, afectando principalmente las áreas costeras al norte de los 10°S. La lengua cálida que se proyecta normalmente hacia el sur en el verano y otoño, afecto notablemente el área frente a Arica (19°S) en los meses de enero a marzo.

En este lapso aparecieron aguas frías en la parte netamente costera del Perú, como resultado de los afloramientos que se desarrollaron principalmente entre Chimbote-Callao y entre Pisco-Chala. En los meses correspondientes al otoño e invierno el calentamiento alcanzo a todas las aguas costeras del Perú. En los meses de primavera hubo un retorno hacia la normalidad al producirse el enfriamiento de las aguas propiamente costeras con la presencia de afloramientos notables entre Paita-Punta Falsa, Chimbote-Callao entre Pisco-Chala. y principalmente las áreas costeras al norte de los 10° S.

De continuar la tendencia hacia la normalidad, observada del invierno a la primavera de 1968, esperarían que el verano de 1970 se presente con temperaturas muy próximas al promedio, o sea que las condiciones buenas de la primavera sigan manteniéndose durante el presente verano. Por otro lado, el ligero debilitamiento del frente ecuatorial en el mes de diciembre les daría la impresión de que no ocurrirá un avance anormal hacia el sur de las aguas Ecuatoriales Superficiales (AES).

Zuta, y Urquiza [35] concluyen que las temperaturas promedio de la superficie del mar corresponden a observaciones realizadas en el período 1928-1969 (que viene a representar algo más de 4 décadas), y, por la densidad de las observaciones, son más representativas dentro de las 50 millas de la costa. En este sentido, las cartas más representativas de las 4 estaciones del año pertenecen a: febrero, abril, setiembre y noviembre.

En cuanto a la distribución y variación promedio de la temperatura superficial del mar, podemos señalar los siguientes aspectos principales: Las temperaturas más bajas de la parte costera se presentan entre los 14° S-16° S durante todo el año, con un rango de 19°C a 14° C. Frente a Paita el rango anual varía a 22°C-16°C, En el lado costero se destacan de norte a sur, cuatro áreas de temperaturas más altas entre las latitudes de 3-4, 8-9, 11-12 y 17-18° S, y tres áreas con temperaturas generalmente más bajas entre las latitudes de 6-7, 10-11 y 14-15° S., En los años de 1928-1969, los períodos más calientes se presentaron en 1940-41, 1957-58 y 1965, y la década del cincuenta sobresalió con los años más fríos de 1950, 1954 y 1955.

Los Monitoreos Oceanográficos Pesqueros en Áreas Seleccionadas (MOPAS) realizadas por el IMARPE tuvieron como objetivo principal conocer mejor las características de las condiciones oceanográficas en diferentes escalas de tiempo y espacio y su efecto con los principales recursos biológicos de cada área. El proyecto buscó específicamente los siguientes logros: a) Conocer la variabilidad mensual, estacional y anual de los parámetros físicos a fin de tipificar las características del Frente Ecuatorial (FE) y de la Corriente Cromwell (ESCC). b) Determinar el régimen hidroquímico asociado a las condiciones oceanográficas físicas. c) Conocer las interrelaciones del ambiente marino y los recursos biológicos del ecosistema peruano. d) Determinar las características de los cambios ambientales interanuales particularmente en lo relacionado al fenómeno El Niño y a variaciones por efectos de contaminación.

Los factores abióticos y bióticos del agua y del substrato marino condicionan el tipo de ambiente que seleccionan los peces, crustáceos y moluscos en busca de los requerimientos ecológicos para su existencia, ajustándose a un rango de variaciones cuya amplitud depende de la facultad de cada especie para soportarlas. No obstante, que un grupo de factores interviene regulando la distribución en el espacio, con frecuencia uno o unos pocos parecen ser determinantes, por ejemplo, la fauna íctica tropical y la que es propia de la Corriente Costera Peruana de aguas más frías, adoptando a la temperatura como factor determinante.

2.3 Marco conceptual

El análisis de los parámetros físico-químicos del agua marina y su relación con la pesca artesanal es fundamental para comprender cómo las variaciones en la calidad del agua afectan la biodiversidad marina y a las actividades pesqueras en el área litoral de Pisco. El marco conceptual se enfoca en los principales conceptos que se deben entender para abordar de manera adecuada el impacto de los parámetros físico-químicos del agua en los ecosistemas marinos y cómo estos, a su vez, inciden en la pesca artesanal.

Temperatura (°C):

La temperatura del agua de mar se expresa en grados centígrados (° C). Es la medida de la energía cinética molecular media que tienen las moléculas de agua. La temperatura del agua de mar generalmente oscila entre 2°C y 30°C y con valores extremos entre -4°C y +42°C. La temperatura

del agua de mar es influida por la cantidad de calor provenientes de tres fuentes principales: calor original del interior de la tierra, calor de degradación radiactiva y calor de la radiación solar. La temperatura varía de unos mares a otros y a las diferentes profundidades.

En la oceanografía moderna el intento de relacionar la condición ambiental al comportamiento de peces ha comenzado a incrementarse en forma muy importante. Esta relación la cual es de gran significado con respecto a la productividad del stock de los peces y el entendimiento de sus migraciones, no es solamente de interés para el estudio biológico sino también para la localización en la pesca racional.

Salinidad (‰):

La salinidad del agua de mar se refiere a la concentración de sales disueltas en el agua, y es un factor importante en la oceanografía física y química. La salinidad del agua de mar se expresa en partes por mil (‰, o UPS). La salinidad del mar oscila en general entre 33,00 ‰ y 37,00 ‰, pero puede ser muy diferente bajo la influencia de múltiples factores como la evaporación, precipitación, deshielo, topografía, aportes fluviales, corrientes oceánicas y la mezcla de aguas. La salinidad superficial en el mar peruano oscila entre 33,80 ‰ y 35,20 ‰ y generalmente disminuye con la profundidad.

Oxígeno disuelto (O₂):

El oxígeno del agua de mar se expresa en mililitros por litro (ml/L). En las aguas superficiales, en contacto con la atmósfera, la cantidad de oxígeno disuelto tiende, como es natural, a estar en equilibrio con el atmosférico. La cantidad de oxígeno disuelto superficial en el agua de mar oscila entre 1,0 ml/L y 8,5 ml/L. Los factores que regulan la cantidad de oxígeno disuelto en el agua son: temperatura, salinidad, actividad biológica, los procesos de mezcla debido a los movimientos del agua de mar. Generalmente las aguas con concentración de oxígeno por debajo de los 3 ml/L no darán sustento a los cardúmenes, sin embargo, algunos moluscos y otros organismos (cangrejos y ostiones) pueden tolerar estos niveles por períodos limitados.

CAPITULO III. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

3.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación

3.1.1 Tipo de investigación

El presente estudio es cuantitativo y explicativo, porque se utilizan métodos y técnicas estadísticas para el tratamiento de las variables físico-químicas del agua marina, y su influencia en los volúmenes de desembarque (kg) artesanal del área litoral de Pisco.

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel de esta investigación es correlacional, ya que se enfoca en analizar la relación que existe entre dos variables principales: los parámetros físico-químicos del agua y los volúmenes de desembarque (kg) artesanal. No se busca solo describir los elementos, sino entender cómo uno puede influir en el otro.

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es no experimental y de tipo transversal, porque no se va a manipular ninguna variable, sino que se observa, analiza y relaciona data histórica para dar respuesta al problema enunciado: la alteración de los parámetros oceanográficos (temperatura, salinidad y oxígeno disuelto) en especial durante la ocurrencia de eventos cálidos y fríos, ocasionaron el aumento y la disminución del volumen en los desembarques de la pesca artesanal de Pisco en el período 1997-1998.

3.2. Material de trabajo

3.2.1. Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio está localizada en la zona costera de Ica ubicada en la región sur central de la costa peruana, la cual limita con los 13° 25.9'S, 76°25.2'W (Bahía de Pisco) y los 14°23'S, 76°24.80'W (Sur de Bahía Independencia). A lo largo del litoral peruano se presentan lugares de afloramiento, siendo el más importante el afloramiento de San Juan; la influencia del desplazamiento de sus aguas alcanza las zonas costeras del mar frente a Pisco. Diversos factores, como la temperatura, salinidad, oxígeno, luz solar, nutrientes, corriente peruana y afloramiento costero, permiten una gran abundancia de fitoplancton, base de la cadena trófica.

La costa de Pisco se encuentra a una altura promedio de 17 metros sobre el nivel del mar. Su relieve es por lo general plano, las mayores elevaciones corresponden a los cerros Lechuza y Yaparejón, ambos ubicados en la Reserva Nacional de Paracas, con 509 y 774 metros de altura respectivamente. Una de las zonas más bajas corresponde al Lago del Muerto, en Otuma, en donde se encuentran depresiones que están entre 5 y 9 metros bajo el nivel del mar. El tipo de suelo dominante es el arenoso, con zonas pedregosas y salobres.

Entre los principales accidentes geográficos destacan la Bahía de Paracas, la Península de Paracas, Punta Carreta, Bahía de La Independencia y la Cordillera de la Costa, que abarca el área desde la

orilla de playa hasta unos 20 Km tierra adentro y se extiende sin interrupciones a lo largo de la costa sur del Perú, una cadena de islas entre las que podemos mencionar a las islas Chincha (denominadas Chincha Norte, Chincha Centro, y Chincha Sur), islas Ballestas, Isla Blanca o Lobillos, Isla San Gallan, Isla La Vieja y la Isla Santa Rosa forman parte de esta cordillera.

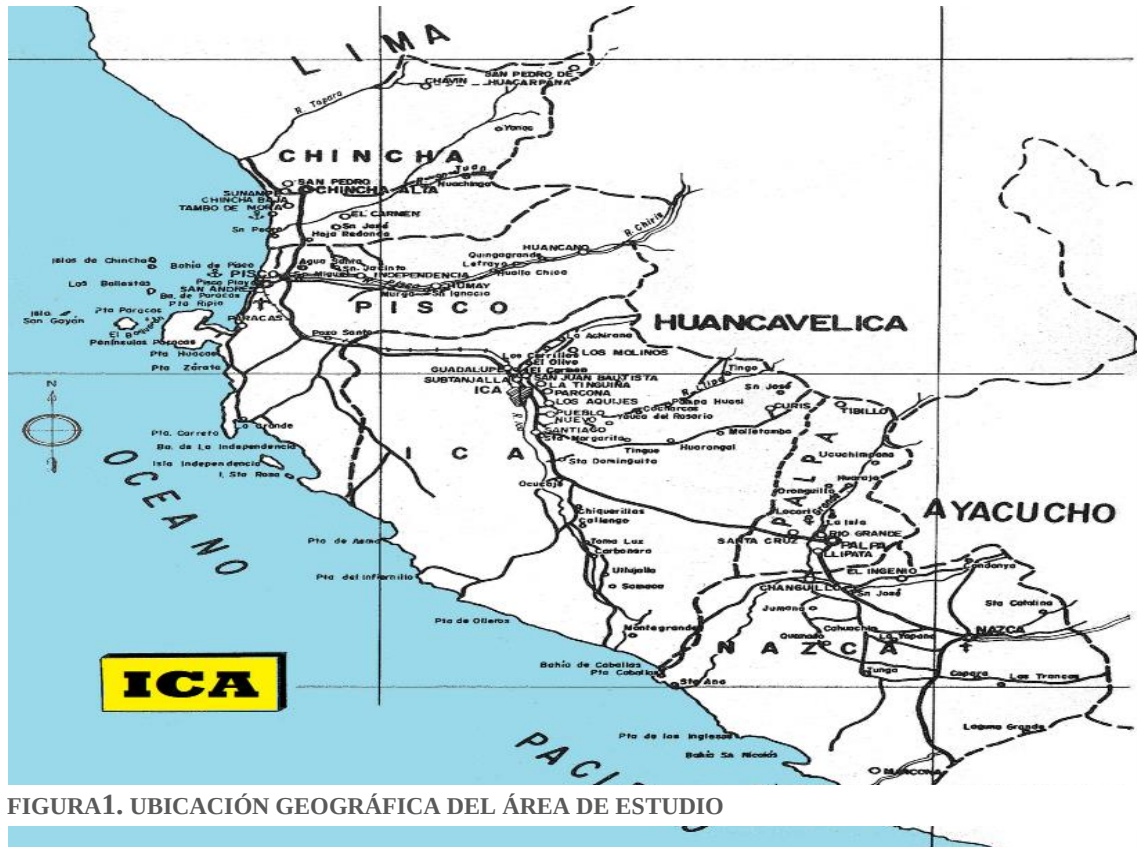


FIGURA1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.2.2 Material de trabajo

Los datos de los parámetros oceanográficos fueron proporcionados por el área de Oceanografía del Instituto del Mar del Perú – Sede Pisco. Esta sede regional del IMARPE, ha creado una serie histórica de datos, en base al registro diario de los parámetros oceanográficos como temperatura superficial del mar (TSM) y salinidad superficial del mar (SSM) en una estación costera fija localizada en el distrito de Paracas. Los datos de salinidad y oxígeno que se mencionan, se obtuvieron de los Informes Progresivos relacionados con las operaciones MOPAS (Monitoreo Oceanográfico Pesquero en Áreas Seleccionadas), realizadas en el área litoral de Pisco durante 1997 -1998, y publicados por el IMARPE.

Los datos de los volúmenes de desembarque de peces e invertebrados, fueron extraídos de las publicaciones realizadas por IMARPE a través de la página web de la institución. Los registros, de los recursos pesqueros, se toman diariamente, en los principales puntos de desembarque del área litoral de Pisco: San Andrés, El Chaco, Lagunillas, Laguna Grande y Rancherío.

3.2.3. Métodos y técnicas de procesamiento de los datos

Los datos de temperatura superficial del Mar (TSM) fueron los más completos para los años 1997 y 1998, se analizaron mediante la prueba ANOVA unidireccional por rangos de Kruskal-Wallis. En la prueba de Kruskal-Wallis, las variables ordinales son suficientes, ya que las pruebas no paramétricas no utilizan las diferencias de los valores, sino los rangos (qué valor es mayor, cuál es menor). Los desembarques pesqueros totales se analizaron mediante diagramas de caja y bigotes o box plot, y la prueba de Kruskal-Wallis (prueba H), como prueba de hipótesis. En general, el análisis estadístico tanto de la variable independiente como de la dependiente se realizó utilizando Excel, que es uno de los programas más utilizados en computación y su uso es más sencillo en el proceso de muchas operaciones matemáticas. Otra herramienta que se utilizó para las pruebas estadísticas y que permite encontrar relaciones entre variables es la prueba Ji-cuadrada (o Chi-cuadrada).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Condiciones ambientales en la zona marino costera de Pisco durante el período 1996-1999

4.1.1. Temperatura Superficial del Mar (TSM)

Alburquerque, *et al.*, [1] estiman que la temperatura de la superficie del mar (TSM) es un parámetro relevante para la comprensión y cuantificación de los intercambios atmósfera – océano y es crucial en el desarrollo de los sistemas biológicos.

La TSM ha sido ampliamente utilizada para describir la preferencia de hábitat de los organismos marinos, ya que esta variable ambiental afecta directamente los procesos fisiológicos de las especies (p.ej. respiración, crecimiento, reproducción, etc.). De tal manera que las especies están adaptadas a vivir a ciertos rangos de temperatura donde estas pueden llevar a cabo su ciclo de vida (Boyce, Tittensor y Worm, 2008 citado en Rincón, 2012).

El comportamiento general de la temperatura frente a Pisco, durante el periodo 1996 -1999 (Tabla 1), muestran variaciones estacionales marcadas, con valores máximos en verano (enero-marzo) y valores mínimos en invierno (junio-agosto).

La tendencia después de 1998 y a partir de 1999, se observa un descenso sostenido de la temperatura, alcanzando mínimos de hasta 16.13°C en agosto. Este patrón es compatible con una transición hacia condiciones frías o La Niña (Niña moderada), posteriores a El Niño 1997-98 (Niño extraordinario).

Tabla 1. Registro de la temperatura superficial del mar por mes en el período 1996-1999

AÑO	MES	PISCO				
1996	7	18.10		1998	10	19.67
1996	8	17.66		1998	11	18.80
1996	9	19.16		1998	12	20.03
1996	10	20.63		1999	1	21.10
1996	11	21.27		1999	2	21.00
1996	12	22.66		1999	3	20.47
1997	1	22.56		1999	4	20.81
1997	2	23.12		1999	5	20.43
1997	3	24.06		1999	6	17.89
1997	4	24.68		1999	7	16.46
1997	5	23.15		1999	8	16.13
1997	6	22.62		1999	9	17.89
1997	7	21.91		1999	10	20.08
1997	8	22.04		1999	11	20.05
1997	9	21.82		1999	12	21.09
1997	10	20.64				
1997	11	22.10				
1997	12	24.72				
1998	1	26.44				
1998	2	25.94				
1998	3	24.76				
1998	4	23.75				
1998	5	21.53				
1998	6	20.45				
1998	7	19.77				
1998	8	18.53				
1998	9	19.87				

Fuente: Instituto del Mar - Pisco

El periodo 1997-1998 (Tabla 2), estuvo marcado por un evento El Niño intenso, con un claro aumento de la temperatura durante 1998-1 que representa el pico cálido, mientras que 1998-2 se inicia con un enfriamiento progresivo.

La variabilidad interna (dispersión de datos) (Figura 2), fue mayor durante el evento cálido y la estabilidad térmica aumentó una vez que cesó.

Tabla 2. Promedios de la temperatura superficial del mar:
1997-1, 1997-2; 1998-1, 1998-2

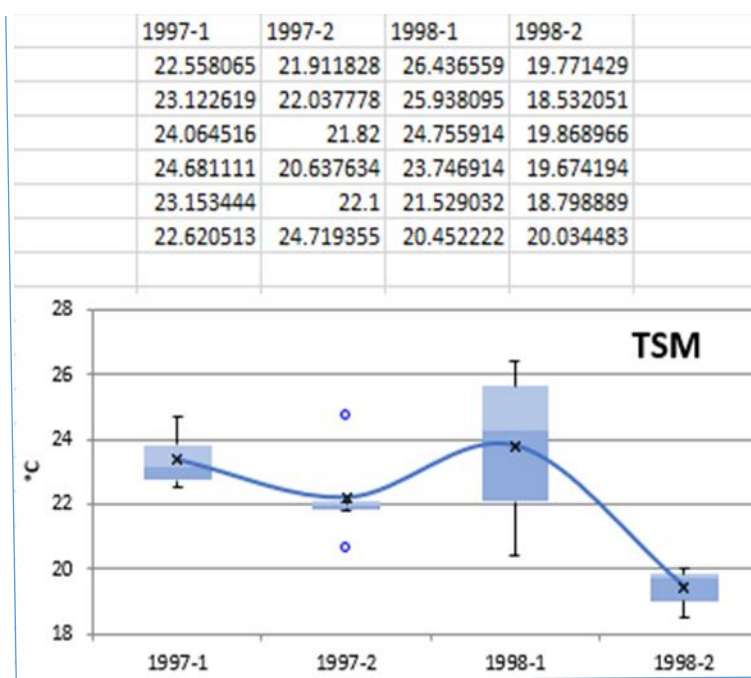


Figura 2 Variabilidad de la temperatura en el “escenario cálido 1998-1”

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Variabilidad comparativa de la temperatura entre 1998-1 y 1998-2

En la Tabla 3, observamos que 1998-1 presenta mayor rango intercuartílico (Q_1 a Q_3): 22.08°C a 25.64°C, lo cual es evidencia de una gran dispersión térmica. Asimismo, hay una mayor distancia entre cuartiles y extremos: signo de mayor inestabilidad térmica. Mientras que 1998-2 muestra valores más bajos y menos dispersos mostrando una reducción térmica significativa, con menor variabilidad entre Q_1 (19.01°C) y Q_3 (19.84°C).

En 1997-2, se detecta un valor atípico (outlier) en julio (20.64°C), que se desvía notoriamente del resto del semestre. En los demás semestres analizados no se identifican valores atípicos (outliers), lo que sugiere comportamientos térmicos más homogéneos dentro de cada grupo.

A partir de 1999, se observa un descenso sostenido de las temperaturas, alcanzando mínimos de hasta 16.13°C en agosto (Tabla 1). Este patrón es compatible con una transición hacia condiciones frías o La Niña débil, posterior al Niño de 1997-98.

En conclusión, se puede decir que el periodo 1997-1998 estuvo marcado por un evento El Niño intenso, con un claro aumento de la temperatura del mar, que 1998-1 representa el pico cálido, mientras que en 1998-2 se inicia un enfriamiento progresivo.

Estos cambios tienen relevancia directa en la biología marina y la pesca, ya que las especies marinas responden de forma muy sensible a estas oscilaciones térmicas.

Tabla 3. Variabilidad comparativa de la temperatura entre 1998-1 y 1998-2

Multiplier	2.2			
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Min	22.558065	21.82	20.452222	18.532051
Q1-Min	0.1879749	0.022957	1.6312804	0.4856638
Med-Q1	0.3919924	0.1318459	2.1679112	0.705096
Q3-Med	0.6987165	0.1096416	1.3911361	0.1217702
Max-Q3	0.8443629	0.0155556	0.7940092	0.1899015
Mean	23.366711	22.204432	23.809789	19.446668
Min	22.558065	21.82	20.452222	18.532051
Q1	22.746039	21.842957	22.083503	19.017715
Median	23.138032	21.974803	24.251414	19.722811
Q3	23.836748	22.084444	25.64255	19.844581
Max	24.681111	22.1	26.436559	20.034483
Mean	23.366711	22.204432	23.809789	19.446668
Grand Min	0			
Outliers	None	20.637634 24.719355	None	None

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Anomalías térmicas (°C) marinas en Pisco en 1996–1999

Durante el periodo 1996-1999, las anomalías térmicas en la costa de Pisco reflejan fluctuaciones notables que permiten identificar la transición entre diferentes condiciones oceanográficas, con importantes implicancias para la actividad pesquera. En el año 1996 se presentaron condiciones predominantemente neutras a levemente negativas. Las anomalías térmicas oscilaron principalmente entre valores negativos, con un mínimo de -1.11 en marzo y un repunte hacia valores positivos con +1.17 en noviembre (Tabla 4). Este comportamiento sugiere condiciones oceánicas neutras a frías, sin una señal clara de El Niño o La Niña intensos.

Desde enero hasta mayo de 1997, las anomalías comenzaron con valores cercanos a cero, pero rápidamente aumentaron hasta alcanzar +3.22 en junio, indicando el inicio de un evento El Niño. Este fenómeno se intensificó entre julio y diciembre, manteniéndose por encima de +3.0, lo que confirma un evento cálido fuerte.

En enero de 1998-1 se presentaron valores altos (+3.74), pero a partir de marzo las anomalías disminuyeron progresivamente hasta por debajo de cero en octubre (-0.13) y alcanzando un

mínimo de -1.57 en diciembre. Esta caída abrupta refleja el colapso del evento El Niño y el paso hacia condiciones frías post-Niño.

Tabla 4 Anomalías térmicas (°C) marinas en Pisco por mes en 1996–1999

AÑO		MES		PISCO	
1996	8			-0.44	
1996	9			0.36	
1996	10			0.83	
1996	11			1.17	
1996	12			1.06	
1997	1			-0.14	
1997	2			0.02	
1997	3			0.96	
1997	4			2.38	
1997	5			2.05	
1997	6			3.22	
1997	7			3.61	
1997	8			3.94	
1997	9			3.02	
1997	10			0.84	
1997	11			2.00	
1997	12			3.12	
1998	1			3.74	
1998	2			2.84	
1998	3			1.66	
1998	4			1.45	
1998	5			0.43	
1998	6			1.05	

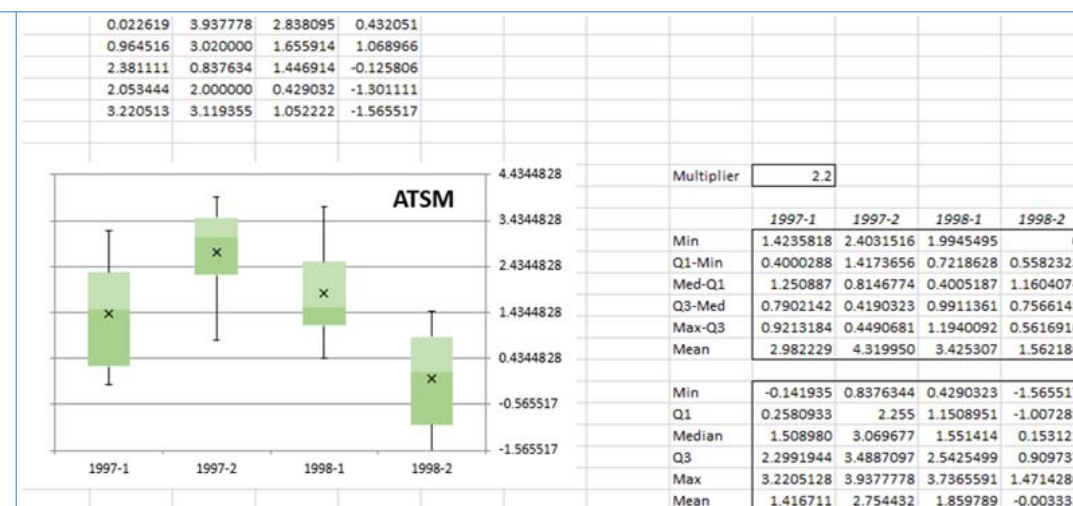
1998	7			1.47	
1998	8			0.43	
1998	9			1.07	
1998	10			-0.13	
1998	11			-1.30	
1998	12			-1.57	
1999	1			-1.60	
1999	2			-2.10	
1999	3			-2.63	
1999	4			-1.49	
1999	5			-0.68	
1999	6			-1.51	
1999	7			-1.84	
1999	8			-1.97	
1999	9			-0.91	
1999	10			0.28	
1999	11			-0.05	
1999	12			-0.51	

Fuente: Instituto del Mar - Pisco

Estadísticamente en el segundo semestre 1997-2, se presentaron los mayores promedios y valores máximos: Media = 4.32, valor Máximo = 3.94, valor Mínimo = 0.84. Sin valores atípicos, y con un rango intercuartílico (Q1-Q3) relativamente estrecho, lo que sugiere estabilidad dentro del comportamiento anómalamente cálido (Tabla 5).

Se observa un contraste entre los dos semestres de 1998-1: aún cálido (media: 3.43), aunque menor que en 1997-2 (media: 4.32). Durante el segundo semestre de 1998-2, se presenta un período de transición al enfriamiento (media: 1.56), llegando hasta valores negativos en octubre, noviembre y diciembre. La mediana de 1998-2 fue 0.15, mostrando una fuerte caída respecto al año anterior. No se detectaron valores atípicos, lo que indica que los cambios fueron consistentes y no extremos en sí mismos, pese a la magnitud del descenso.

Tabla 5. Estadísticas descriptivas de las anomalías térmicas: 1997-1, 1997-2; 1998-1,1998-2



Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Condiciones frías en 1999 - La Niña moderada

El año 1999 muestra valores negativos consistentes desde enero (-1.60) hasta septiembre (-0.91) (Tabla 4) con un mínimo de -2.63 en marzo, propio de un evento frío. Aunque hubo un ligero repunte en octubre, las anomalías se mantuvieron por debajo del promedio histórico. La media anual fue negativa (-0.003 en el periodo 1999-2), con la mínima general de todo el periodo registrado en noviembre de 1998 (-1.565), extendiéndose a comienzos de 1999. Las condiciones térmicas frías probablemente favorecieron a ciertas especies marinas costeras, en contraste con las especies pelágicas que prosperan en aguas cálidas.

4.1.5 Interpretación de las transiciones térmicas en el período 1997–1998

Interpretación 1997-1: Transición hacia un calentamiento (Tabla 7)

El promedio fue 1.00°C, indicando un calentamiento leve. Hubo gran variabilidad (desde -0.74 hasta +3.02), lo que sugiere una transición desde condiciones normales/frías hacia un evento cálido. La mediana (0.89°C) y los cuartiles indican cierta dispersión, pero sin valores extremos.

Interpretación 1997-2: Fase cálida intensa

El promedio fue muy alto (3.90°C), lo que evidencia un evento cálido consolidado, posiblemente El Niño. Los valores fueron muy estables (mínimo de 3.57 y máximo de 4.08) lo que muestra una persistencia térmica anómala en la costa de Pisco, durante este semestre. Esto coincide con una fase madura de El Niño 1997-1998, caracterizada por fuertes impactos ecológicos y pesqueros.

Interpretación 1998-1: Inicio del enfriamiento

El promedio baja a 2.83°C, con una mediana de 2.79, señalando un inicio de debilitamiento del evento cálido. Aunque las temperaturas aún fueron positivas, se observa una reducción progresiva de la anomalía. La menor dispersión (IQR de 0.30) refuerza la idea de una etapa de transición.

Interpretación 1998-2: Retorno a condiciones normales/frías

El promedio cae fuertemente a 0.43°C, con una mediana de solo 0.30. Algunos valores incluso fueron negativos (mínimo de -0.40), lo que sugiere un posible retorno a condiciones neutras o frías. El descenso térmico fue claro y sostenido.

Conclusiones:

- El año 1997 fue claramente cálido, con un ascenso térmico que culminó en una fase intensa de El Niño.
- El 1998 muestra una transición desde un evento cálido hacia una normalización térmica, destacando el papel del océano en la modulación del clima costero.
- No se detectaron valores atípicos, lo que indica que las anomalías fueron consistentes con un patrón climático sostenido.

Tabla 6. Interpretación de anomalías térmicas de la TSM en Pisco 1997–1998

AÑO		MES	ATSM
1997	1997	aENERO	-0.74
1997	1997	FEBRER	-0.14
1997	1997	cMARZC	0.48
1997	1997	dABRIL	1.29
1997	1997	eMAYO	2.12
1997	1997	fJUNIO	3.02
1997	1997	gJULIO	3.57
1997	1997	hAGOSTO	3.85
1997	1997	ETIEMBF	3.85
1997	1997	CTUBRI	4.01
1997	1997	IOVIEMBI	4.08
1997	1997	ICIEMBF	4.06
1998	1998	aENERO	3.49
1998	1998	FEBRER	3.04
1998	1998	cMARZC	2.76
1998	1998	dABRIL	2.81
1998	1998	eMAYO	2.66
1998	1998	fJUNIO	2.22
1998	1998	gJULIO	1.58
1998	1998	hAGOSTO	0.87
1998	1998	ETIEMBF	0.49
1998	1998	CTUBRI	0.11
1998	1998	IOVIEMBI	-0.05
1998	1998	ICIEMBF	-0.40

Fuente: Instituto del Mar - Pisco

Tabla 7. Estadísticas descriptivas de transición térmica en 1997-1998

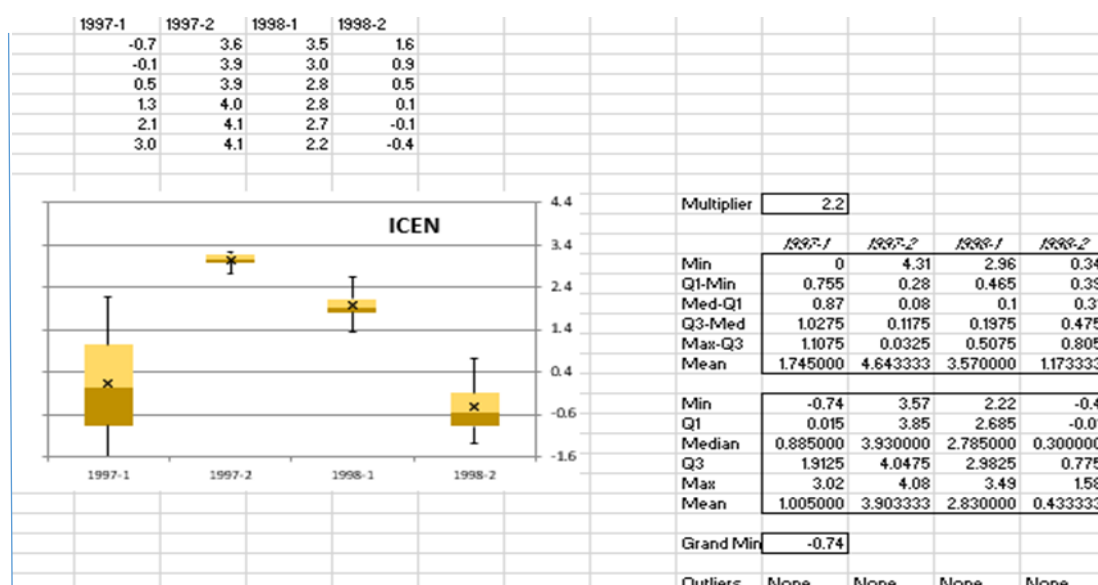


Tabla 8. Promedios semestrales de la temperatura 1997-1, 1997-2; 1998-1, 1998-2

Año-Semestre	Media °C	Observaciones
1997-1	23.37°C	Inicio de calentamiento. Valores altos y constantes.
1997-2	22.20°C	Ligera disminución, pero se mantiene por encima del promedio histórico
1998-1	23.81°C	Pico del evento El Niño. Temperaturas más altas del periodo.
1998-2	19.45°C	Descenso brusco post-El Niño. Retorno hacia condiciones frías.

Fuente: Elaboración propia

4.1.6 Variación de los parámetros oceanográficos por semestres entre 1997 y 1998, basados en: TSM (Temperatura Superficial del Mar), ATSM (Anomalía de la TSM) e ICEN (Índice Costero El Niño).

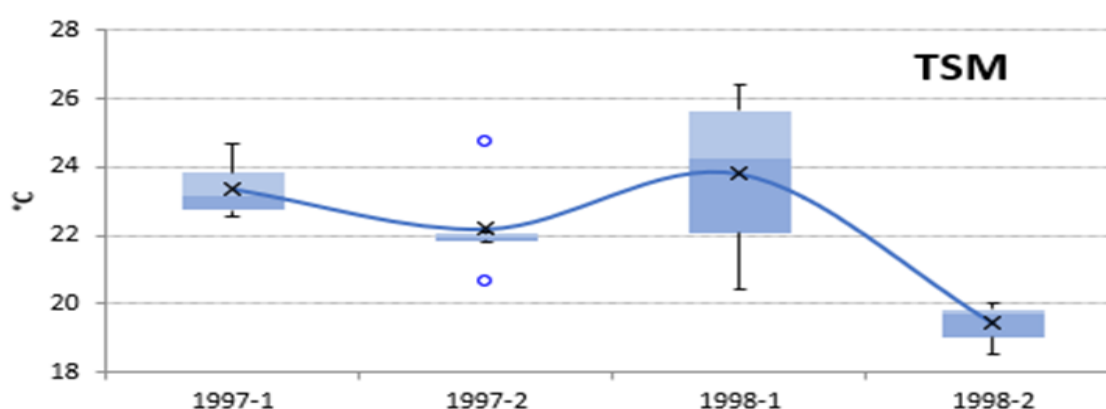


Figura 3. Variación de la TSM por Semestre entre 1997 y 1998

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

En 1998, especialmente en el primer semestre, se observa un fuerte incremento en la TSM asociado al evento El Niño 1997-98. Las temperaturas no solo superaron las del año anterior, sino que se mantuvieron anómalamente elevadas hasta fin de año, alterando la dinámica marina costera.

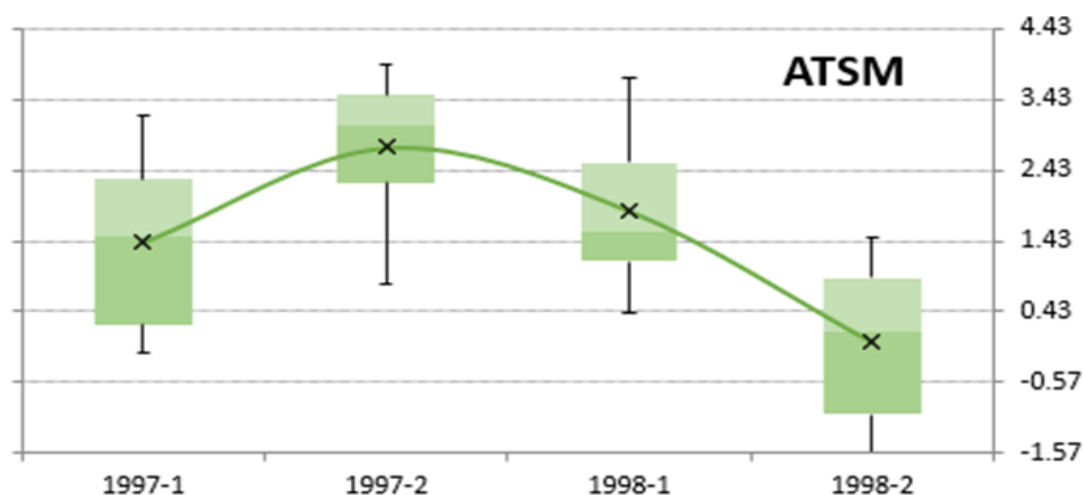


Figura 4. Variación de la ATSM por semestre entre 1997 y 1998

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

La ATSM muestra una anomalía cálida severa en 1998, especialmente en el primer semestre, lo que es característico de un Niño fuerte. En 1997, la anomalía era variable (inicios de transición), pero en 1998 dominó el patrón cálido, alterando el hábitat marino superficial.

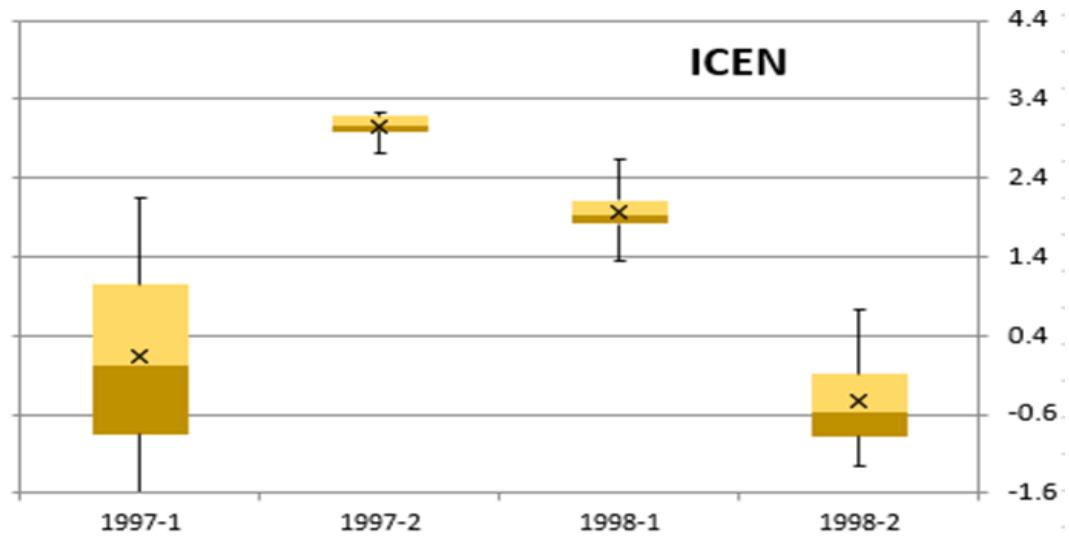


Figura 5. Variación del ICEN por semestre entre 1997 y 1998

Fuente: Elaboración propia

Interpretación:

El Índice Costero El Niño (ICEN) alcanzó valores altos durante 1998, con máximos en el primer y segundo semestre, evidenciando condiciones El Niño costero muy intensas. En 1997 ya se observaban señales iniciales, pero el cambio más drástico ocurrió en la transición hacia 1998.

4.1.7 Salinidad del mar en 1997 y 1998

En 1997, Morón *et al.*, [20] refieren que en marzo la salinidad se registró de 34,9 a 35,05 ‰, debido a que las descargas del río Pisco y los colectores se proyectaron al área costera de Pisco-Paracas originando una considerable zona de mezcla. También se localizaron dos pequeños núcleos de salinidades >35,1‰ en la capa superficial por efecto de una moderada presencia de ASS. En junio [21] las salinidades de 35,08 a 35,20 ‰ no registran la verdadera intensidad de las ASS en superficie, debido a que se encuentran mezcladas con AES y aguas de río. La ASS continúan presentes en el área, también se nota la presencia de aguas de mezcla debido a la proyección de la ESCC, la misma que se muestra entre los 50-100 m de profundidad.

Durante agosto [22] las ASS continúan presentes en el área, también se nota la presencia de aguas de mezcla debido a la proyección de la ESCC, la misma que se muestra entre los 50 y 100 m de profundidad. En setiembre [23] las Aguas Subtropicales Superficiales alcanzaron profundidades de 50 m, con valores moderados (35,1 - 35,22 ‰). En octubre [24] el área que comprende el MOPAS Pisco (Tambo de Mora - Bahía Independencia) sigue afectada por el evento El Niño, con presencia de Aguas Subtropicales en superficie y en columna de agua que ocasionan las características anormales en la zona. El evento ha dado lugar a que el afloramiento, sea bastante débil en comparación con lo normal, que se haya manifestado en una zona atípica, ubicada entre Pisco y Paracas, mientras que las áreas comunes (Zarate y Punta Carreta) presenten valores más elevados de temperatura, salinidad y oxígeno.

En noviembre [25] el área de estudio del MOPAS Pisco presenta características termohalinas bastante homogéneas, con un pequeño núcleo de afloramiento al norte de Paracas, lo que no sucede en años considerados normales. El mayor impacto de las aguas Subtropicales Superficiales frente a la costa peruana se ha registrado en el área de Pisco, donde las salinidades alcanzaron valores hasta 35,43 ‰.

En 1998, Morón *et al.*, [26] mencionan que, durante el desarrollo del MOPAS Pisco en febrero, se presentó una fuerte incursión de ASS, con temperaturas de 22,4 a 27,4 °C y salinidades hasta de 35,5 ‰, lo que ha originado anomalías térmicas positivas de 5,7 y 4,7 °C en la superficie del mar, así como una mayor concentración de salinidad en toda el área de estudio. Son comunes en esta área valores de 34,9 a 35,1 ‰. La mezcla de las ASS con las aguas de río han originado una gran mezcla en la capa superficial, la misma que se distingue entre Pisco y Tambo de Mora hasta aproximadamente 8 mn desde la costa.

4.1.8 Oxígeno disuelto del mar en 1997 y 1998

En 1977 Morón *et al.*, [20] indican que en marzo los parámetros oceanográficos: temperatura, salinidad y oxígeno disuelto se presentaron en un rango de 15,0 a 24,1°C, 34,9 a 35,05 ‰ y 1,62 a 6,73 ml/L respectivamente. En general, al sur de San Gallan se presentó, un moderado afloramiento, con ligera mezcla por la presencia de ASS, como lo indican los valores de los

parámetros físicos y químicos estudiados (bajas temperaturas, valores de oxígeno < 2,0 ml/L. En junio [21] la sección vertical no muestra una termoclina definida más bien mezcla de aguas predominando las Subtropicales Superficiales con valores de oxígeno mayores 1,5 ml/L sobre los 100 m de profundidad, lo que indica que en la zona se están dando condiciones anómalas, las mismas que tienen relación con la presencia de la ESCC.

En agosto [22] el gradiente térmico ha desaparecido, dando lugar a aguas bastante homogéneas e incluso con un relativo bajo tenor de oxígeno en el área costera entre Pisco y Paracas, lo que asociado a grupos de diatomeas con especies de afloramiento nos podría indicar un proceso de afloramiento que no es común en esta zona; pero que es posible por la presencia de la ESCC que se proyecta de norte a sur. Comparando los resultados obtenidos en la operación MOPAS-Pisco 9708 con la del año anterior MOPAS-Pisco 9609 (invierno) se encontró, que en 1996 la superficie del mar tuvo concentraciones de oxígeno altas al norte de Isla San Gallan (5-7,5 ml/L) y al sur de esta las concentraciones fueron menores (2,5-4 ml/L). Sin embargo, en condiciones anómalas (MOPAS-Pisco9708), los valores de oxígeno variaron entre 4 y 5 ml/L en toda el área. Con respecto a la distribución vertical, la isolínea de 1 ml/L se halló a los 100 m de profundidad, contrastando con el MOPAS-Pisco 9609 cuando se ubicó, entre 25 y 80 m. En conclusión, la distribución del oxígeno presento características anómalas debido al fenómeno El Niño 1997, encontrándose la isolínea de 1 ml/L a 100 m.

En setiembre [23] los valores de oxígeno disuelto registrados durante el MOPAS Pisco 9709 fueron de 2,41 a 7,71 ml/L. Al igual que en las anteriores áreas descritas, se aprecia un debilitamiento de la Extensión Sur de la Corriente de Cromwell, debido al ascenso de la iso-oxígena de 1,0 ml/L. En octubre [24] el Evento El Niño 1997 mantiene características anormales en la zona, esto quiere decir que no se manifiesta el gran frente térmico ocasionado por las aguas procedentes del sur de la isla San Gallan, y las cálidas habituales en el norte; asimismo tampoco se manifiestan los bajos valores de oxígeno como efecto del común afloramiento en el sur y las altas concentraciones en la zona norte. En conclusión, en la zona sur del monitoreo (Lagunillas - Isla Independencia), las concentraciones de oxígeno predominantes fueron de 4 y 5 ml/L. Durante noviembre [25] en la superficie del mar se obtuvieron valores de oxígeno disuelto entre 2,94 y 6,44 ml/L. En conclusión, durante febrero de 1998 [26] El Niño 1997-98 se encontraba en pleno desarrollo.

4.2 Volúmenes de desembarque (kg) de peces e invertebrados en 1997 y 1998

4.2.1 Análisis de los desembarques (kg) de peces en el “escenario cálido 1997-1998”

Durante los años 1997 y 1998, en un “escenario cálido” (Tabla 9), se observó un gran aumento en los volúmenes de desembarque (kg) de peces, mayormente durante 1998. Este incremento, coincide con el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), lo que indica que las aguas más cálidas favorecieron a ciertas especies del ambiente pelágico como la caballa, el bonito, el pámpano y la sierra. Asimismo, aparecieron otras especies, pero con menores volúmenes de desembarque como el barrilete negro, el pardo, el tiburón diamante, la manta, el barbudo, la picuda, la doncella, entre otras; lo cual reflejó una mayor diversidad íctica, como resultado de las variaciones térmicas del ecosistema marino.

Tabla 9. Desembarque de peces en el “escenario cálido 1997-1998”

Escenario	Grupo	especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2			1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario cali	Peces	CABALLA	5,056	207,855	365,800	778,035	1,356,746	0.5113637	3.70	5.32	5.56	5.89
Escenario cali	Peces	BONITO	24,234	136,867	379,675	303,629	844,405	0.31826	4.38	5.14	5.58	5.48
Escenario cali	Peces	PAMPANO	1,874	25,270	74,101	125,501	226,746	0.0854616	3.27	4.40	4.87	5.10
Escenario cali	Peces	SIERRA		1,061	25,738	142,779	169,578	0.0639147		3.03	4.41	5.15
Escenario cali	Peces	BARRILETE NEGRO		99	23,824	283	24,206	0.0091234		2.00	4.38	2.45
Escenario cali	Peces	PARDO,CITARITA			15,034	2,005	17,039	0.0064221			4.18	3.30
Escenario cali	Peces	TIBURON DIAMANTE		663	3,439	587	4,689	0.0017673		2.82	3.54	2.77
Escenario cali	Peces	MANTA			3,361		3,361	0.0012668			3.53	
Escenario cali	Peces	BARBUDO			800	1,044	1,844	0.000695			2.90	3.02
Escenario cali	Peces	PICUDA	210		5	1,582	1,797	0.0006773	2.32		0.70	3.20
Escenario cali	Peces	DONCELLA	18	191		1,300	1,509	0.0005687	1.26	2.28		3.11
Escenario cali	Peces	SUÑO, GATO TIBURON	7		87	175	269	0.0001014	0.85		1.94	2.24
Escenario cali	Peces	CHULA,MISHO,VIÑA SEÑORITA				188	188	7.086E-05				2.27
Escenario cali	Peces	PEJE BLANCO	4		10	143	157	5.917E-05	0.60		1.00	2.16
Escenario cali	Peces	BAGRE				134	134	5.051E-05				2.13
Escenario cali	Peces	PEZ LORO		17	7	97	121	4.561E-05		1.23	0.85	1.99
Escenario cali	Peces	DIABLICO,DIABLO,ROJO		6		110	116	4.372E-05		0.78		2.04
Escenario cali	Peces	AYAMARCA(Cetengraulis mysticetus)				113	113	4.259E-05				2.05
Escenario cali	Peces	TOLLO			86		86	3.241E-05			1.93	
Escenario cali	Peces	ATUN ALETA MAR			51		51	1.922E-05			1.71	
Escenario cali	Peces	CHUMBO,COCINERO				14	14	5.277E-06				1.15
Escenario cali	Peces	MUCHACHITA,CHULA				10	10	3.769E-06				1.00
Escenario cali	Peces	FORTUNO			7		7	2.638E-06			0.85	
Escenario cali	Peces	ESPEJO PAMPANITO			6		6	2.261E-06			0.78	

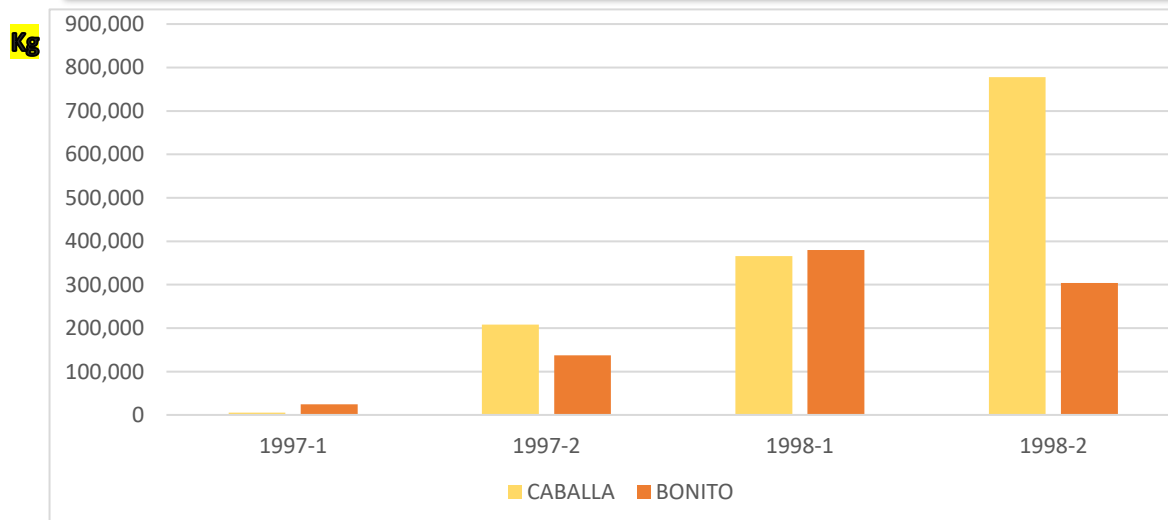


Figura 6. Desembarque (kg) de “caballa” y “bonito” en el “escenario cálido 1997 – 1998

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Análisis de los desembarques (kg) de peces en el “escenario frío 1997–1998”

Durante los años 1997 y 1998, en un “escenario frío” (Tabla 10), se observó una alta diversidad de peces, pero fueron pocas las especies costeras, cuyos volúmenes totales tuvieron la mayor representatividad como la “cabinza”, con un total de 622,343 kg, representando el 28.9% del total. Esta especie mostró un comportamiento de desembarque inestable: tuvo un pico muy alto en el primer semestre de 1997-1 (484,706 kg), una fuerte caída en 1998-1 (16,725 kg), y una leve recuperación en 1998-2 (59,777 kg).

El “pejerrey” ocupó el segundo lugar con 181,707 kg (8.4%). Su actividad se concentró en 1997, ya que no hay registros para 1998. La “lisa común” (174,594 kg) también mantuvo una participación constante en todos los semestres, siendo una especie mayormente adaptada a este tipo de escenarios. Otras especies que destacaron en los volúmenes de desembarque (kg) fueron: la cabrilla (135,304 kg), el jurel (121,201 kg), que tuvo una notoria presencia en 1997-1 pero disminuyó posteriormente, el dorado o perico (104,909 kg), curiosamente presente en un escenario frío, con un pico inusual en 1998-1 (66,765 kg), la sardina (101,727 kg), con una tendencia descendente, la cojinoba (83,910 kg) y el tiburón martillo (74,224 kg) también fueron relevantes.

Otras especies de importancia media fueron la pintadilla, cachema, raya águila, coco, raya batea, machete, mojarilla, cherlo, barrilete, guitarra, trambollo, lorna, corvina, chita, y lenguado común, entre otras. Muchas especies como el tollo gato, rayas, meros, y tiburones, estuvieron presentes en bajos volúmenes, pero con cierta importancia ecológica y pesquera en determinadas zonas.

En este escenario se evidenció que, ante condiciones frías, las especies que habitan aguas templadas y frías tienden a ser más abundantes, mientras que muchas especies tropicales o de aguas cálidas se vuelven escasas o desaparecen temporalmente. También se observó que algunas especies típicamente cálidas, como el dorado y el pez volador, aparecieron en menor proporción, posiblemente debido a rezagos de las condiciones cálidas del periodo anterior (El Niño 1997-98).

En general, los resultados reflejan la fuerte influencia de las condiciones oceanográficas sobre la distribución y abundancia de los recursos, con un claro dominio de peces costeros adaptados al enfriamiento de las aguas.

Tabla 10. Desembarque (kg) de peces en el “escenario frío 1997-1998”

Escenario	Grupo	especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2			1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario frio	Peces	CABINZA	484,706	61,135	16,725	59,777	622,343	0.2893654	5.69	4.79	4.22	4.78
Escenario frio	Peces	PEJERREY	59,259	122,448			181,707	0.0844867	4.77	5.09		
Escenario frio	Peces	LISA COMUN	41,092	38,957	42,688	51,857	174,594	0.0811794	4.61	4.59	4.63	4.71
Escenario frio	Peces	CABRILLA	37,500	48,828	9,083	39,893	135,304	0.0629111	4.57	4.69	3.96	4.60
Escenario frio	Peces	JUREL	83,895	1,078	8,805	27,423	121,201	0.0563538	4.92	3.03	3.94	4.44
Escenario frio	Peces	DORADO,PERICO	26	38,107	66,765	11	104,909	0.0487786	1.41	4.58	4.82	1.04
Escenario frio	Peces	SARDINA	62,290	19,332	18,897	1,208	101,727	0.0472991	4.79	4.29	4.28	3.08
Escenario frio	Peces	COJINOBA	28,473	8,696	3,391	43,350	83,910	0.0390149	4.45	3.94	3.53	4.64
Escenario frio	Peces	TIBURON MARTILLO	10,706	35,819	21,711	5,988	74,224	0.0345113	4.03	4.55	4.34	3.78
Escenario frio	Peces	PINTADILLA	23,016	33,556	8,105	7,732	72,409	0.0336674	4.36	4.53	3.91	3.89
Escenario frio	Peces	CACHEMA		28,987	7,581	26,118	62,686	0.0291466		4.46	3.88	4.42
Escenario frio	Peces	RAYA AGUILA	5,078	10,154	18,484	21,686	55,402	0.0257598	3.71	4.01	4.27	4.34
Escenario frio	Peces	COCO	4,545	11,278	12,987	19,433	48,243	0.0224311	3.66	4.05	4.11	4.29
Escenario frio	Peces	RAYA BATEA	26,958	1,186	1,002	7,925	37,071	0.0172366	4.43	3.07	3.00	3.90
Escenario frio	Peces	RAYA AGUILA(M.peruvianus)	20,153	16,579			36,732	0.017079	4.30	4.22		
Escenario frio	Peces	MACHETE	7,070	954	4,239	20,890	33,153	0.0154149	3.85	2.98	3.63	4.32
Escenario frio	Peces	MOJARILLA	5,505	9,718	4,507	12,114	31,844	0.0148062	3.74	3.99	3.65	4.08
Escenario frio	Peces	CHERLO CALATO	1,703	10,882	6,733	7,629	26,947	0.0125293	3.23	4.04	3.83	3.88
Escenario frio	Peces	BARRILETE	5,008	2,485	16,325	701	24,519	0.0114004	3.70	3.40	4.21	2.85
Escenario frio	Peces	GUIARRA	13,833	3,181	1,156	693	18,863	0.0087706	4.14	3.50	3.06	2.84
Escenario frio	Peces	TRAMBOLLO	2,151	6,205	2,924	4,442	15,722	0.0073101	3.33	3.79	3.47	3.65
Escenario frio	Peces	LENGUADO COMUN	731	1,873	863	1,501	4,968	0.00231	2.86	3.27	2.94	3.18
Escenario frio	Peces	JERIGUILLA	1,592	2,407	453		4,452	0.00207	3.20	3.38	2.66	
Escenario frio	Peces	AYANQUE,CACHEMA(Isopis)	1,822	2,141			3,963	0.001843	3.26	3.33		
Escenario frio	Peces	OJO DE UVA	843	1,405	480	842	3,570	0.00166	2.93	3.15	2.68	2.93
Escenario frio	Peces	AZUL CHIRI	542	1,972	15	812	3,341	0.001553	2.73	3.29	1.18	2.91
Escenario frio	Peces	ANCHOVETA		2,818			2,818	0.00131		3.45		
Escenario frio	Peces	CAMOTE	227	1,430	442	642	2,741	0.001274	2.36	3.16	2.65	2.81
Escenario frio	Peces	TOLLO BLANCO	280	558	230	520	1,588	0.000738	2.45	2.75	2.36	2.72
Escenario frio	Peces	BASHA, RAYA HOCI(Rhinoptera)	1,071				1,071	0.000498	3.03			
Escenario frio	Peces	CARPA	308	732			1,040	0.000484	2.49	2.86		
Escenario frio	Peces	TOLLO GATO	39	249	173	526	987	0.000459	1.59	2.40	2.24	2.72
Escenario frio	Peces	PERICO		938			938	0.000436		2.97		
Escenario frio	Peces	RAYA MARIPOSA	446	350	71	35	902	0.000419	2.65	2.54	1.85	1.54
Escenario frio	Peces	RAYA TIBURON(Megachasma)	333	430	201	302	966	0.000415	2.55	2.04	2.34	2.85

4.2.3 Análisis estadístico de los desembarques de peces en el “escenario frío 1997–1998”

Los promedios (media) de los volúmenes de desembarque (Tabla 11) aumentaron semestre a semestre, desde 4,486 kg en 1997-1 hasta 71,459 kg en 1998-2, lo que indica una mayor actividad pesquera hacia el final del periodo. La mediana, en cambio, se mantuvo muy baja (entre 210 y 800 kg), lo que demuestra que la mayoría de especies tienen volúmenes bajos, pero unas pocas especies elevan el promedio. La desviación estándar y la varianza fueron creciendo progresivamente, mostrando una mayor dispersión entre especies, es decir, más diferencia entre especies abundantes y escasas. Los datos presentan una fuerte asimetría positiva (skewness) y alta curtosis, sobre todo en 1998-2, lo que indica que pocas especies tienen valores muy altos y la mayoría se concentran con valores bajos.

En resumen, el escenario frío favoreció especialmente a especies de aguas templadas y costeras, que fueron las que dominaron los desembarques. A lo largo de los semestres se incrementaron los volúmenes de desembarque totales y la dispersión entre especies, reflejaron tanto el impacto de las condiciones ambientales como de la selectividad pesquera hacia especies con mayor disponibilidad.

En todos los semestres, el análisis muestra una alta concentración de valores bajos y unos pocos valores muy altos que alteran la distribución. Esto confirma un patrón de desigualdad estructural en los volúmenes de desembarque de la pesca, la mayoría de las especies tuvieron bajo rendimiento y solo unas pocas concentraron gran parte del total general. Las especies como “caballa” y “bonito” aparecen constantemente como atípicas (outliers), indicando que dominaron los desembarques de forma significativa frente a otras. Dado que se trata de un “escenario frío”, este comportamiento ambiental puede estar influenciado por factores oceanográficos que favorecieron a ciertas especies pelágicas como la “caballa”, adaptada al cambio térmico.

Tabla 11. Estadísticas descriptivas de los desembarques de peces en el “escenario frío 1997–1998”

Descriptive Statistics				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Mean	4,486	41,337	52,472	71,459
Standard Error	3364.83182	25603.2941	29588.26	43145.772
Median	210	663	800	283
Mode	#N/D	#N/D	7	#N/D
Standard Dev	8902.50819	76809.8822	121995.521	188068.06
Sample Varia	79254652.1	5899758011	1.4883E+10	3.537E+10
Kurtosis	6.0167346	2.11727193	5.05234705	12.0962566
Skewness	2.42614025	1.79858846	2.50377805	3.36445827
Range	24230	207849	379670	778025
Maximum	24,234	207,855	379,675	778,035
Minimum	4	6	5	10

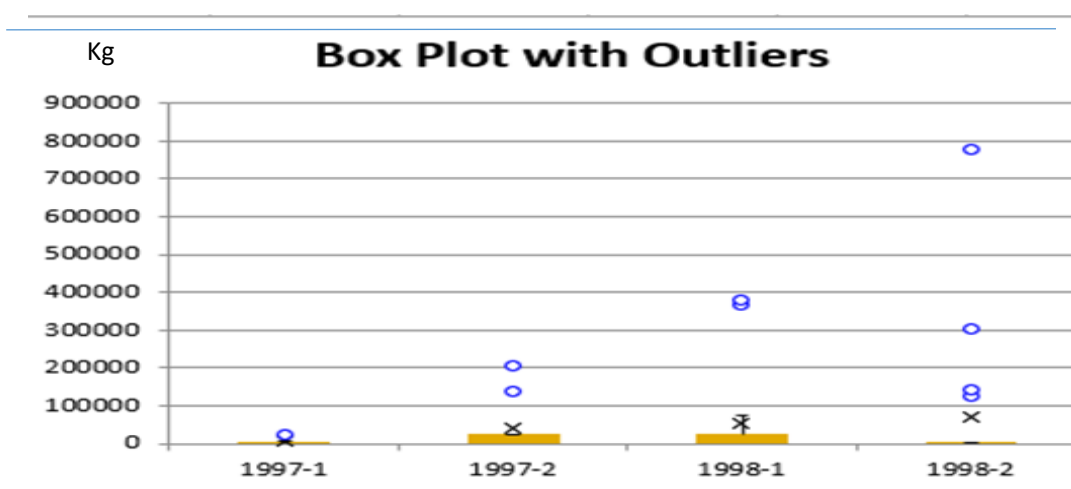


Figura 7. Promedios y dispersión de los desembarques (kg) durante el “escenario frío” 1997-1998

Fuente: Elaboración propia

4.2.4 Dispersión de los datos de desembarque (kg) de peces en el “escenario frío 1997-1998”

En todos los semestres se observa una distribución altamente asimétrica, con medianas muy por debajo de los máximos. La mayoría de especies tienen desembarques bajos, mientras unas pocas dominan los totales con volúmenes muy elevados. La dispersión de los datos que se observan en los Box Plot (cajas grandes y bigotes largos) confirman la variabilidad y concentración del esfuerzo pesquero en ciertas especies clave. Este patrón es típico de ecosistemas afectados por variaciones ambientales, como El Niño/La Niña, donde algunas especies se vuelven muy abundantes y otras disminuyen drásticamente.

Tabla 12. Estadísticas descriptivas de la dispersión de los datos de desembarque (kg) en el “escenario frío 1997-1998”

Descriptive Statistics				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Mean	18,299	10,495	7,942	9,386
Standard E	9475.55	2947.99	2310.183	2450.4278
Median	957	1,454	1,526	1,025
Mode	12	#N/D	#N/D	#N/D
Standard D	68329.16	21258.26	13667.23	15497.866
Sample Var	4.67E+09	4.52E+08	1.87E+08	240183862
Kurtosis	44.72731	14.98003	10.35776	3.1240442
Skewness	6.501928	3.475675	2.981402	1.9576879
Range	484697	122444	66761	59774
Maximum	484,706	122,448	66,765	59,777
Minimum	9	4	4	3

Box Plot					Box Plot				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2		1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Min	4	6	5	10	Min	4	6	5	10
Q1-Min	9	93	5	114	Q1-Min	9	93	5	114
Med-Q1	198	564	790	160	Med-Q1	198	564	790	160
Q3-Med	3,255	24,607	23,024	1,511	Q3-Med	3,255	24,607	23,024	1,511
Max-Q3	20,769	182,585	355,851	776,242	Max-Q3	20,769	182,585	355,851	776,242
Mean	4,486	41,337	52,472	71,459	Mean	4,486	41,337	52,472	71,459

Conclusión general del Box Plot:

- En todos los semestres se observa una distribución altamente asimétrica, con medianas muy por debajo de los máximos.
- La mayoría de especies tienen desembarques bajos, mientras unas pocas dominan los totales con volúmenes muy elevados.
- La dispersión de los datos que se observan en los Box Plot (cajas grandes y bigotes largos) confirman la variabilidad y concentración del esfuerzo pesquero en ciertas especies clave.
- Este patrón es típico de ecosistemas afectados por variaciones ambientales, como El Niño/La Niña, donde algunas especies se vuelven muy abundantes y otras disminuyen drásticamente.

Los promedios (media) de los desembarques aumentaron semestre a semestre, desde 4,486 kg en 1997-1 hasta 71,459 kg en 1998-2, lo que indica una mayor actividad pesquera hacia el final del periodo.

La mediana, en cambio, se mantuvo muy baja (entre 210 y 800 kg), lo que demuestra que la mayoría de especies tienen volúmenes bajos, pero unas pocas especies elevan el promedio.

La desviación estándar y la varianza fueron creciendo progresivamente, mostrando una mayor dispersión entre especies, es decir, más diferencia entre especies abundantes y escasas.

Los datos presentan una fuerte asimetría positiva (skewness) y alta curtosis, sobre todo en 1998-2, lo que indica que pocas especies tienen valores muy altos y la mayoría se concentran con valores bajos.

En resumen, el escenario frío favoreció especialmente a especies de aguas templadas y costeras, que fueron las que dominaron los desembarques. A lo largo de los semestres se incrementaron los volúmenes totales y la dispersión entre especies, reflejando tanto el impacto de las condiciones ambientales como la selectividad pesquera hacia especies con mayor disponibilidad.

Kg

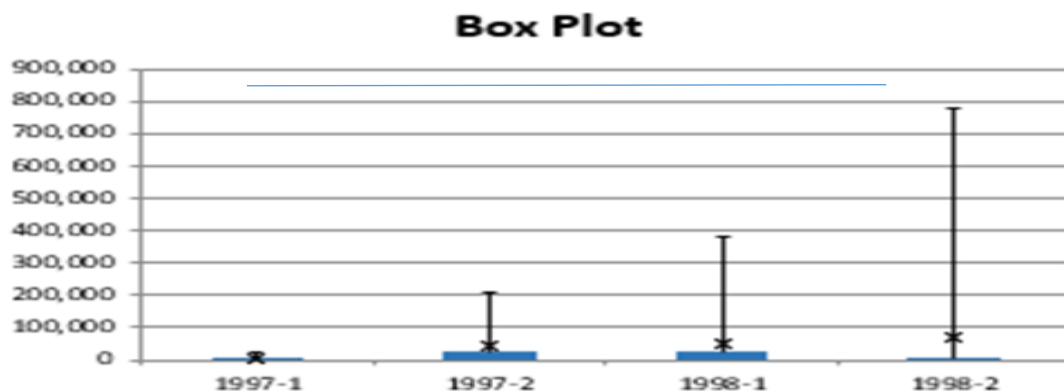


Figura 8. Dispersión de los datos de desembarque de peces en 1997-199

Tabla 13. Análisis de valores extremos de los desembarques en el “escenario frío 1997–1998”

Multiplier	2.2			
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Min	9	4	4	3
Q1-Min	201.75	215.25	332	89.25
Med-Q1	746.25	1234.25	1190	932.75
Q3-Med	6623.25	8882.5	7418	7947.25
Max-Q3	15435.75	18651	12767	18450.75
Mean	18,299	10,495	7,942	9,386
Min	9	4	4	3
Q1	210.75	219.25	336	92.25
Median	957	1,454	1,526	1,025
Q3	7580.25	10336	8944	8972.25
Max	23016	28987	21711	27423
Mean	18,299	10,495	7,942	9,386
Grand Min	0			
Outliers	484,706	61,135	42,688	59,777
	59,259	122,448	66,765	51,857
	41,092	38,957		39,893
	37,500	48,828		43,350
	83,895	38,107		
	62,290	35,819		
	28,473	33,556		
	26,958			

4.2.5 Análisis de valores extremos de los desembarques en el “escenario frío 1997–1998”

El patrón muestra que, en el “escenario frío”, el volumen de desembarque (kg) de la pesca artesanal fue muy desigual: unas pocas especies fueron altamente dominantes en cantidad, mientras que la mayoría se desembarcó en volúmenes bajos. Este comportamiento puede estar relacionado con las condiciones oceanográficas frías, que favorecieron el desarrollo y la abundancia de ciertas especies, mientras que otras no lograron crecer o mantenerse en cantidades importantes.

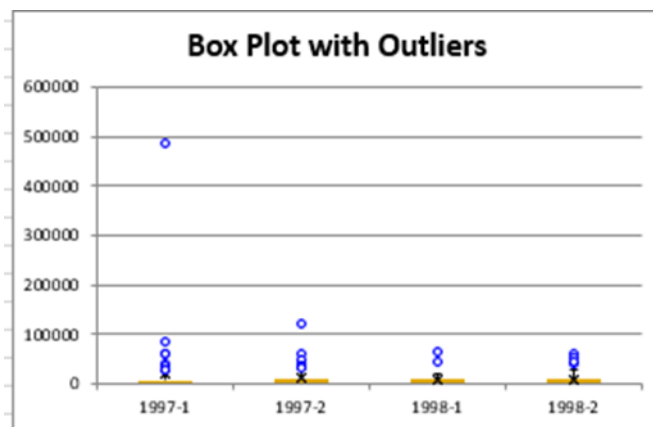


Figura 9. Dispersión de los datos de desembarques (kg) de peces en el escenario frío 1997-1998

Durante los años 1997 y 1998 en el “escenario frío”, los datos estadísticos muestran una clara desigualdad en los volúmenes de desembarque por especie. Aunque hubo un promedio alto en algunos semestres (sobre todo al inicio), la mayoría de especies tuvieron bajos volúmenes y solo unas pocas alcanzaron cifras muy elevadas, generando alta variabilidad, asimetría y concentración de valores. Este comportamiento es típico en pesquerías influenciadas por factores ambientales (como el cambio de temperatura del mar), donde algunas especies predominan en los desembarques en función de su adaptabilidad a las condiciones oceanográficas.

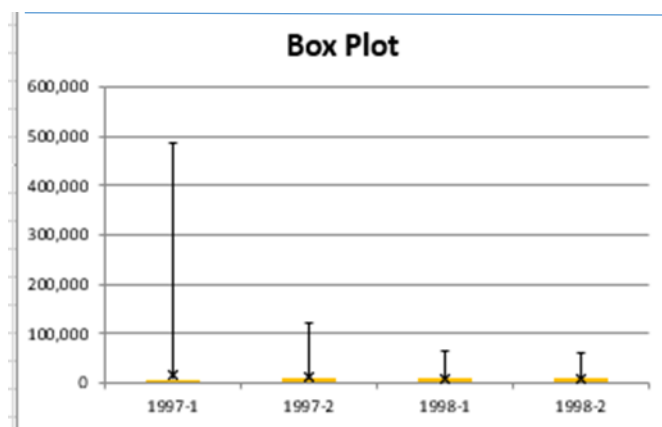


Figura 10. Distribución asimétrica de los desembarques en el “escenario frío 1997-1998”

Conclusión general:

El box plot revela que en todos los semestres la distribución es altamente desigual y asimétrica: la mayoría de las especies tienen bajos desembarques (min – Q3 bajos), mientras que unas pocas especies (como cabinza, pejerrey, dorado o sardina) alcanzan valores máximos muy elevados que distorsionan los promedios y amplían la dispersión. Este patrón es típico de un ecosistema

afectado por condiciones ambientales variables, como las de un “escenario frío”, donde ciertas especies se ven favorecidas mientras otras se mantienen en volúmenes marginales.

4.3 Desembarque de invertebrados en el “escenario cálido y escenario frío 1997-1998”

Durante los años 1997 y 1998 se observaron diferencias marcadas en los desembarques de invertebrados marinos en relación con las condiciones cálidas y frías del mar (Tabla 13). En el “escenario cálido”, las especies más favorecidas fueron aquellas asociadas a ambientes de mayor temperatura y productividad, como la “concha de abanico”, que mostró un crecimiento extraordinario, pasando de 48 mil kg en el primer semestre de 1997-1 a más de 17 millones de kg en el segundo semestre de 1998-2. Otras especies como el “camarón titi” y el “cangrejo violáceo” aparecieron solo en 1998, lo que sugiere que las condiciones cálidas permitieron su ingreso o expansión. Sin embargo, el “cangrejo peludo”, aunque tuvo un alto valor inicial en 1997, disminuyó en los siguientes periodos, lo cual podría indicar una baja resistencia a cambios prolongados o sobreexplotación.

En contraste, en el “escenario frío”, especies típicas de aguas templadas o frías como el “caracol” (*Thais chocolata*), el “cangrejo” (*Cancer setosus*) y el “mejillón” (*Glycimeris ovata*) mostraron altos desembarques en 1997 pero descendieron significativamente o desaparecieron en 1998. Lo mismo ocurrió con especies como la “jaiva” (*Cancer porteri*), el “chanque” (*Concholepas concholepas*), el “erizo” (*Loxechinus albus*) y la “lapa” (*Fissurella sp.*) que disminuyeron en sus desembarques a medida que aumentaba la temperatura del mar.

En general, los registros de los volúmenes de desembarque (kg) indican que las condiciones cálidas benefician a especies adaptadas a temperaturas más altas, mientras que afectan negativamente a aquellas propias de aguas frías. Esto tiene implicancias importantes para la pesca, ya que los cambios ambientales pueden alterar la disponibilidad de los recursos y ante ello se deben realizar ajustes en las estrategias de manejo y explotación.

Tabla 14. Desembarque (kg) de invertebrados en el “escenario cálido y escenario frío 1997 – 1998”

Escenario	Grupo	Especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario cal	Invertebrados	CONCHA ABANICO	48,232	563,379	4,182,449	17,870,555	4.68	5.75	6.62	7.25
Escenario cal	Invertebrados	CONCHA BLANCA		941	4,551	99,086	0.00	2.97	3.66	5.00
Escenario cal	Invertebrados	CANGREJO PELUDO	175,200		50,155	31,923	5.24	0.00	4.70	4.50
Escenario cal	Invertebrados	CAMARON TITI				11,806	0.00	0.00	0.00	4.07
Escenario cal	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO	252		250	3,655	2.40	0.00	2.40	3.56
Escenario	Grupo	Especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario cal	Invertebrados	CONCHA BLANCA		941	4,551	99,086	0.00	2.97	3.66	5.00
Escenario cal	Invertebrados	CANGREJO PELUDO					0.00	0.00	0.00	0.00
Escenario cal	Invertebrados	CAMARON TITI				11,806	0.00	0.00	0.00	4.07
Escenario cal	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO	252		250	3,655	2.40	0.00	2.40	3.56
Escenario	Grupo	Especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario fri	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLA	333,714	396,488			5.52	5.60	0.00	0.00
Escenario fri	Invertebrados	CANGREJO CANCER	113,941	120,761			5.06	5.08	0.00	0.00
Escenario fri	Invertebrados	MEJILLON	33,489	34,118	34,237	12,908	4.52	4.53	4.53	4.11
Escenario fri	Invertebrados	JAIYA	69,812	18,602	411	23,952	4.84	4.27	2.61	4.38
Escenario fri	Invertebrados	ERIZO	18,282	89,203	337	3,543	4.26	4.95	2.53	3.55
Escenario fri	Invertebrados	CHANQUE	34,638	35,176	1,595	67	4.54	4.55	3.20	1.83
Escenario fri	Invertebrados	NAVAJA	21,382	18,176	4,499	11,147	4.33	4.26	3.65	4.05
Escenario fri	Invertebrados	LAPA	20,735	17,330	847	2,469	4.32	4.24	2.93	3.39
Escenario fri	Invertebrados	BABOSA	921	525		106	2.96	2.72	0.00	2.03
Escenario fri	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donaciu	137	93			2.14	1.97	0.00	0.00
Escenario fri	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura e	27				1.45	0.00	0.00	0.00

4.3.1 Análisis estadístico de los desembarques (kg) de invertebrados en el “escenario cálido” 1997 – 199

Los volúmenes de desembarque de invertebrados marinos aumentaron notablemente durante 1997 y 1998, debido a un fuerte impacto positivo del calentamiento marino. La media creció de 74 mil a más de 3.6 millones de kg, impulsada principalmente por la “concha de abanico”, mientras que la mediana se mantuvo baja, lo que indica que pocas especies dominaron los volúmenes de pesca. La alta desviación estándar y varianza muestran gran desigualdad entre especies, y la asimetría positiva refleja que unas pocas especies con valores muy altos elevan el promedio. La curtosis elevada indica la presencia de valores extremos. El rango aumentó de forma significativa, confirmando las diferencias entre especies. No se identificaron modas, y el número de especies varió por semestre (Tabla 15).

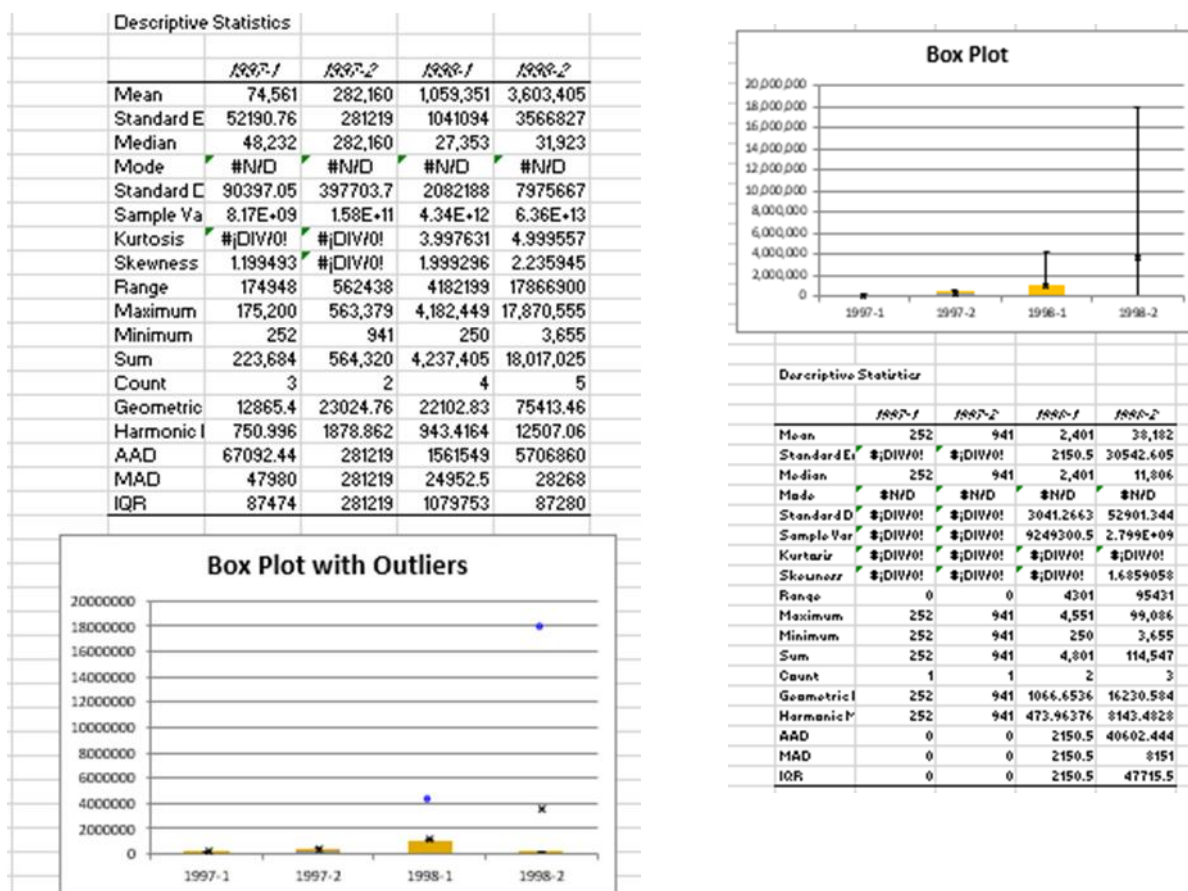
En conclusión, el escenario cálido favoreció a ciertas especies, generando un patrón de concentración desigual. Este comportamiento debe considerarse en la planificación pesquera, ya que revela una alta dependencia de especies sensibles a la variación de las condiciones ambientales.

Conclusiones generales

El comportamiento de los volúmenes de desembarque (kg) entre 1997 y 1998 refleja un cambio drástico, probablemente vinculado a factores ambientales (como el cambio de “escenario frío a cálido”).

Los datos de 1998 son altamente dispersos y no siguen una distribución normal, lo cual obliga a tener precaución en su análisis e interpretación (idealmente usando estadística no paramétrica). La presencia de valores atípicos muy altos distorsiona las medias y afecta la comparación directa entre semestres si no se controlan estadísticamente. En cambio, los datos de 1997 son estables.

Tabla 15. Estadísticas descriptivas de los desembarques (kg) de invertebrados en el “escenario cálido 1997 – 1998”



4.3.2 Análisis estadístico de los desembarques (kg) de invertebrados en un “escenario cálido”

Los datos muestran niveles bajos de volúmenes de desembarque (kg) en 1997 y un aumento moderado en 1998, pero con mucha variabilidad entre especies.

Media (Mean):

El promedio de volúmenes de desembarque (kg) crece de 252 kg en 1997-1 a 38,182 kg en 1998-2, aunque este aumento está influenciado por algunos valores altos.

Mediana vs Media:

En 1998-2, la mediana es mucho menor que la media (11,806 kg vs. 38,182 kg), lo que indica una alta desigualdad: pocas especies aportan grandes volúmenes.

Rango y dispersión:

El rango de valores se expande fuertemente en 1998-2 (de 3,655 kg a 99,086 kg), y la desviación estándar también aumenta, reflejando gran dispersión entre especies.

Sesgo (Skewness):

En 1998-2 hay asimetría positiva, lo que significa que unos pocos valores altos están distorsionando el promedio.

Poca representatividad estadística:

Los valores de 1997-1 y 1997-2 tienen solo una observación cada uno, por lo que no se pueden calcular varianza, desviación ni otras medidas métricas confiables.

Medias geométrica y armónica:

Son muy inferiores a la media aritmética, confirmando que la mayoría de valores son bajos y hay pocos casos extremos que elevan el promedio.

Conclusión

Este grupo de invertebrados muestra volúmenes de desembarque (kg) menores y poco representativos en 1997, con una ligera recuperación y mayor dispersión en 1998. Los datos evidencian que algunas especies aprovecharon el cambio ambiental, pero siguen siendo recursos menores y poco estables, con alta variabilidad entre ellas. Esto sugiere que no todas las especies responden de igual forma al “escenario cálido” y que su aprovechamiento requiere cautela por su comportamiento irregular y dependiente de condiciones puntuales.

Tabla 16 Estadísticas descriptivas de los desembarques (kg) de invertebrados, con baja presencia en el “escenario cálido”

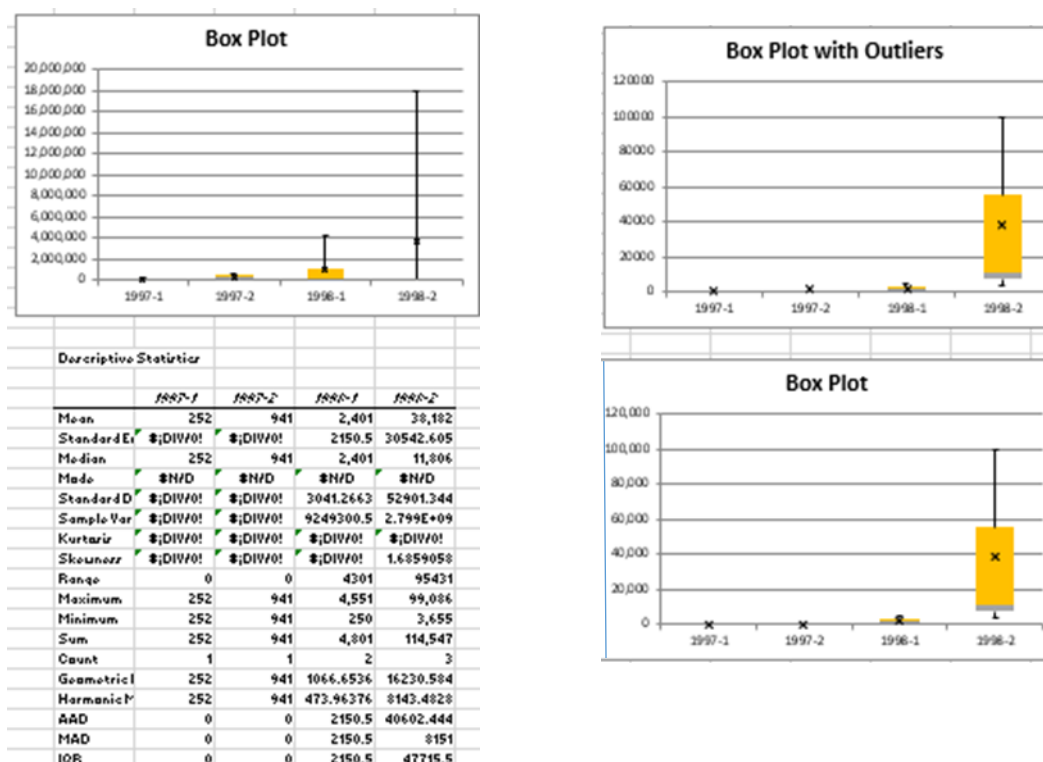


Tabla 17. Estadísticas descriptivas de la distribución y simetría de los datos de desembarque (kg) de invertebrados en 1997-1998

Box Plot					Multiplier	2.2				Shapiro-Wilk Test				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2		1997-1	1997-2	1998-1	1998-2		1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Min	252	941	250	3,655	Min	252	941	250	3655	W-stat	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#N/D	0.813552
Q1-Min	0	0	1,075	4,076	Q1-Min	0	0	1075.25	4075.5	p-value	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	0.14728
Med-Q1	0	0	1,075	4,076	Med-Q1	0	0	1075.25	4075.5	alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
Q3-Med	0	0	1,075	43,640	Q3-Med	0	0	1075.25	43640	normal	#¡VALOR!	#¡VALOR!	#¡VALOR!	yes
Max-Q3	0	0	1,075	43,640	Max-Q3	0	0	1075.25	43640					
Mean	252	941	2,401	38,182	Mean	252	941	2,401	38,182	d'Agostino-Pearson				
					Min	252	941	250	3655	DA-stat	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
					Q1	252	941	1325.25	7730.5	p-value	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
					Median	252	941	2,401	11,806	alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
					Q3	252	941	3475.75	55446	normal	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
					Max	252	941	4551	99086					
					Mean	252	941	2,401	38,182					
					Grand Min	0								
					Outliers	None	None	None	None					

Tabla 18. Tendencias generales estadísticas de la dispersión y variabilidad de los datos en 1997-1998.

Boxplot – Distribución y Simetría

En 1997-1 y 1997-2, los valores de mínimo, Q_1 , mediana, Q_3 y máximo son todos iguales (252 y 941, respectivamente). Esto indica una total ausencia de variabilidad, lo que sugiere que los datos para esos semestres son constantes o están sub registrados. No se identificaron valores atípicos.

Conclusión: Datos posiblemente incompletos o estables sin dispersión. Estadísticamente, son atípicos por su falta total de variabilidad.

En 1998-1, se observa un rango intercuartílico mayor ($Q_1 = 1,325$, $Q_3 = 3,475$), con una mediana de 2,401. Aunque la variabilidad es mayor que en 1997, sigue siendo relativamente baja, sin presencia de valores atípicos.

Interpretación: La distribución mejora en complejidad respecto a 1997, mostrando mayor actividad, aunque aún bastante concentrada.

En 1998-2, se registra un cambio muy significativo: $Q_3 = 55,446$ y máximo = 99,086, lo que indica una gran dispersión en el extremo superior.

La mediana es de 11,806, y la media se eleva a 38,182, lo que sugiere una asimetría positiva (la media está muy por encima de la mediana).

Conclusión: Hay evidencia de mayor actividad pesquera o aparición de especies con volúmenes de desembarque elevados, aunque no se detectaron valores atípicos de acuerdo con el método usado (multiplier = 2.2).

Prueba de Normalidad – Shapiro-Wilk

Solo se dispone del resultado para 1998-2: $W = 0.8135$, $p\text{-value} = 0.147 > 0.05$. Esto indica que no se rechaza la hipótesis de normalidad, es decir, los datos siguen una distribución aproximadamente normal durante este semestre.

Para los demás semestres, los datos de normalidad no están disponibles o son inválidos.

Interpretación

De 1997 a 1998, los datos muestran una clara transición desde un estado de estabilidad extrema (o subregistro) hacia una mayor actividad pesquera y dispersión en los desembarques.

El crecimiento en la media y los rangos intercuartílicos en 1998, especialmente en el segundo semestre, puede reflejar cambios ambientales, una mayor captura de ciertas especies o esfuerzo pesquero más intenso.

La ausencia de valores atípicos (outliers) en todos los semestres sugiere que, aunque la dispersión aumentó, no se superó el umbral estadístico definido para detectar valores extremos.

Solo 1998-2 presenta distribución normal, lo que indica que en ese periodo los datos pueden ser tratados con métodos estadísticos paramétricos.

4.3.3 Análisis estadístico de los desembarques de invertebrados en el “escenario frío 1997-1998”

Entre 1997 y 1998 se observó una disminución progresiva en los desembarques (kg) de invertebrados. En 1997, las condiciones frías favorecieron con altos volúmenes y gran dispersión entre especies. La media disminuyó de 58,825 kg a solo 7,742 kg en 1998-2, y la mediana bajó de 21,382 kg a 3,543 kg, lo que evidencia una reducción generalizada.

La dispersión, medida por la desviación estándar y rango, también se redujo drásticamente, pero no por estabilidad, sino por una caída general en los desembarques. La alta asimetría y curtosis en 1997 indican la presencia de especies dominantes, mientras que en 1998 la distribución fue más homogénea, aunque con valores bajos. Otros indicadores como medias geométrica y armónica, así como MAD e IQR, confirmaron este declive generalizado.

La dispersión, medida por la desviación estándar y rango, también se redujo drásticamente, pero no por estabilidad, sino por una caída general en los desembarques. La alta asimetría y curtosis en 1997 indican la presencia de especies dominantes, mientras que en 1998 la distribución fue más homogénea, aunque con valores bajos. Otros indicadores como medias geométrica y armónica, así como MAD e IQR, confirmaron este declive generalizado.

Conclusión: El enfriamiento en 1997 favoreció a los invertebrados, pero el calentamiento en 1998 afectó negativamente su abundancia, mostrando cómo el cambio ambiental perjudica especialmente a especies adaptadas a aguas frías.

Desembarques 1997–1998

1997 presentó alta variabilidad y asimetría en los desembarques, con valores extremos (outliers) que indican capturas excepcionales en ciertos casos. Ejemplo: 333,714 kg (1997-1), 396,488 kg (1997-2).

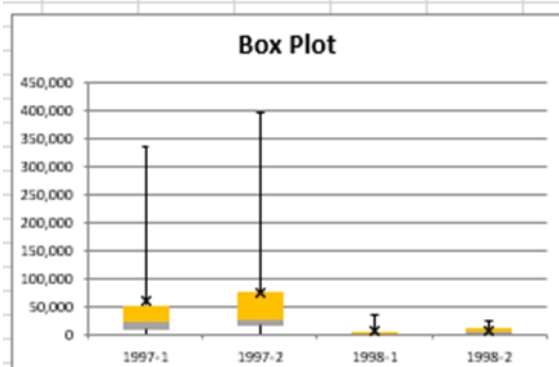
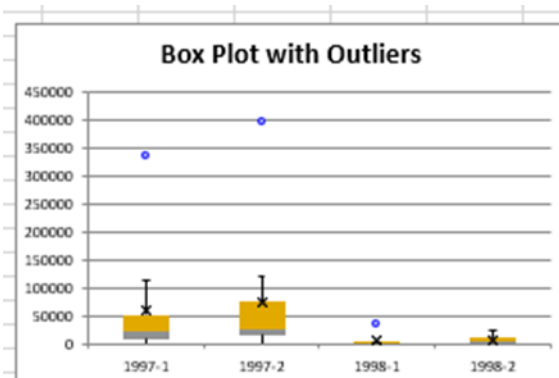
Distribución no normal (Shapiro-Wilk $p < 0.05$).

1998 mostró una reducción drástica en volumen y dispersión, especialmente en 1998-2, que fue el único semestre con distribución normal ($p = 0.156$). Menores diferencias entre media y mediana reflejan un escenario más homogéneo.

Tendencia general: El paso de un sistema pesquero inestable (1997) a uno más equilibrado y controlado (1998), posiblemente influenciado por cambios ambientales o regulaciones.

Tabla 19. Estadísticas descriptivas de los desembarques (kg) de invertebrados en el “escenario frío 1997-1998”

Descriptive Statistics				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Mean	58,825	73,047	6,988	7,742
Standard E	29341.3	37971.13	5486.323	3322.707
Median	21,382	26,360	1,221	3,543
Mode	#N/D	#N/D	#N/D	#N/D
Standard C	97314.08	120075.3	13438.69	8791.055
Sample Va	9.47E+09	1.44E+10	1.81E+08	77282655
Kurtosis	7.611852	7.248635	5.714595	0.682701
Skewness	2.670525	2.612644	2.379589	1.139939
Range	333687	396395	33900	23885
Maximum	333,714	396,488	34,237	23,952
Minimum	27	93	337	67
Sum	647,078	730,472	41,926	54,192
Count	11	10	6	7
Geometric	9853.632	16467.46	1751.007	2152.521
Harmonic	240.929	774.9727	804.3407	277.167
AAD	61998.4	77462.08	9083.111	7080.531
MAD	20461	17432.5	847	3476
IQR	42623.5	58154.75	3253	10740



Box Plot					Multiplier	2.2				Shapiro-Wilk Test				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2		1997-1	1997-2	1998-1	1998-2		1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Min	27	93	337	67	Min	27	93	337	67	W-stat	0.625604	0.626333	0.586354	0.861502
Q1-Min	9,575	17,449	183	1,221	Q1-Min	9574.5	17448.5	183	1220.5	p-value	5.31E-05	0.000114	0.000313	0.156145
Med-Q1	11,781	8,819	701	2,256	Med-Q1	11780.5	8818.5	701	2255.5	alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
Q3-Med	30,843	43,336	2,552	8,485	Q3-Med	30843	43336.25	2552	8484.5	normal	no	no	no	yes
Max-Q3	281,489	320,732	30,484	11,925	Max-Q3	61716	45064.75	726	11924.5					
Mean	58,825	73,047	6,988	7,742	Mean	58,825	73,047	6,988	7,742	d'Agostino-Pearson				
					Min	27	93	337	67	DA-stat	22.6508	21.21736	#N/D	#N/D
					Q1	96015	175415	520	1287.5	p-value	1.21E-05	2.47E-05	#N/D	#N/D
					Median	21,382	26,360	1,221	3,543	alpha	0.05	0.05	0.05	0.05
					Q3	52225	75636.25	3773	12027.5	normal	no	no	#N/D	#N/D
					Max	113941	120761	4499	23952					
					Mean	58,825	73,047	6,988	7,742					
					Grand Min	0								
					Outliers	333,714	396,488	34,237	None					

4.3.4 Variación de los desembarques (kg) del total de especies favorecidas por periodos cálidos por semestres (1997–1998)

Interpretación:

- Se observa un aumento progresivo en los desembarques durante los escenarios cálidos, especialmente de 1997-2 a 1998-2.
- Este incremento se asocia con el desarrollo de condiciones El Niño, que favorecen la presencia de especies pelágicas como caballa y bonito.
- La disponibilidad de estas especies se intensifica en aguas superficiales más cálidas, impulsando un mayor esfuerzo pesquero.

Conclusión: Las especies cálidas reaccionan positivamente a las temperaturas elevadas, registrando aumentos sostenidos en su captura.

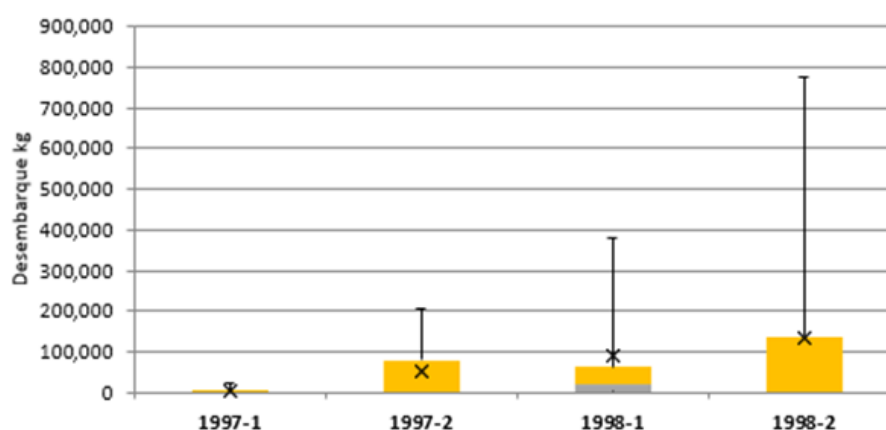


Figura 11. Variación de los desembarques (kg) del total de especies favorecidas por periodos cálidos por semestres (1997–1998)

4.3.5 Desembarque (kg) de las tres principales especies de peces favorecidas por periodos cálidos entre 1997 y 1998

- Caballa: Aumento notable de 5,056 kg (1997-1) a 778,035 kg (1998-2).
- Bonito: De 24,234 kg (1997-1) a 379,675 kg (1998-1), con leve baja en 1998-2.
- Jurel: Similar patrón creciente, aunque menos pronunciado.

Interpretación:

- Estas tres especies presentan un comportamiento altamente dependiente de las condiciones cálidas.
- Las capturas reflejan una expansión de sus hábitats hacia la costa, lo cual facilita su captura por la flota artesanal e industrial.

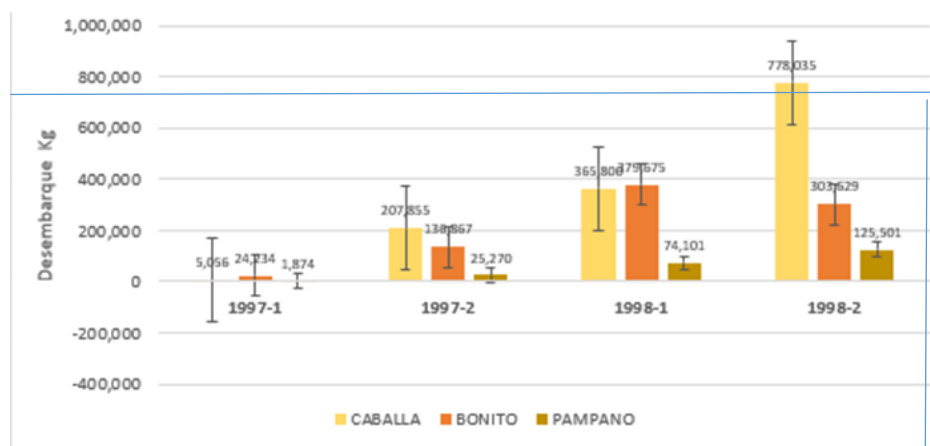


Figura 12. Desembarque (kg) de las tres principales especies de peces favorecidas por períodos cálidos en 1997- 1998

4.3.6 Variación de los desembarques (kg) del total de especies favorecidas por periodos fríos por semestre (1997–1998)

Interpretación:

- A diferencia del escenario cálido, aquí se aprecia una reducción significativa de los desembarques entre 1997 y 1998.
- Las especies de aguas frías se ven desplazadas o reducidas por el calentamiento superficial del mar.
- Esto se traduce en un impacto negativo en su disponibilidad y pesca, sobre todo a partir de 1998-1.

Conclusión: Las especies frías muestran una clara vulnerabilidad ante eventos cálidos como El Niño.

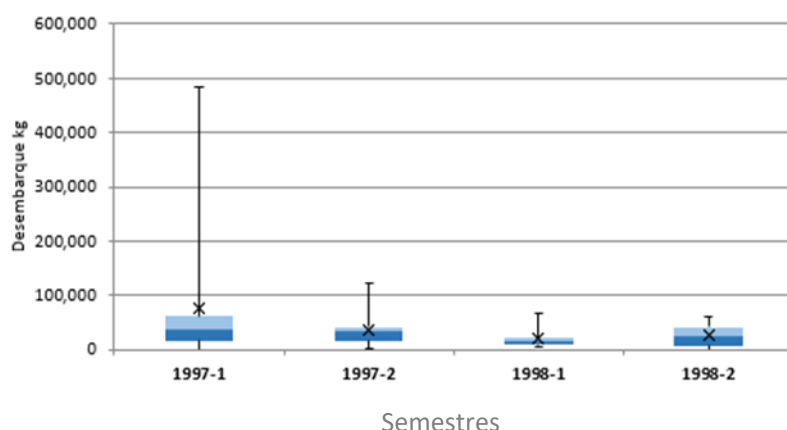


Figura 13. Variación de los desembarques (kg) por semestres del total de especies favorecidas por períodos fríos en 1997-1998

4.3.7 Desembarque (kg) de las tres principales especies de peces favorecidas por periodos fríos en 1997 y 1998

Interpretación:

- Estas especies muestran caídas abruptas en sus volúmenes de desembarque entre semestres fríos (1997) y cálidos (1998).
- Reflejan una dependencia de aguas frías y ricas en nutrientes, condiciones que se ven alteradas durante el fenómeno cálido.

Síntesis Final

- Las especies cálidas aumentan sus desembarques cuando sube la temperatura del mar.
- Las especies frías disminuyen drásticamente en los mismos periodos.
- Este patrón refuerza la necesidad de una gestión adaptativa de la pesca ante variaciones climáticas cíclicas como El Niño y La Niña.

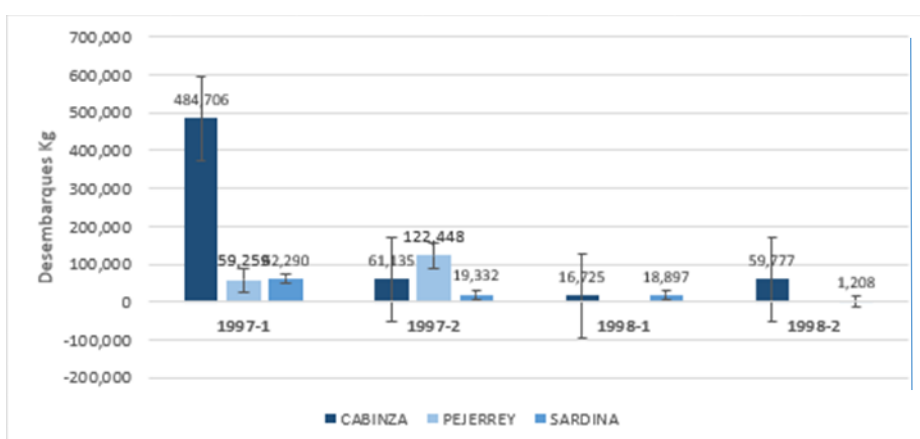


Figura 14. Desembarque (kg) de las tres principales especies de peces favorecidas por períodos fríos en 1997-1998

4.3.8 Variación de los desembarques (kg) por semestres, del total de especies de invertebrados favorecidas por periodos cálidos en 1997–1998

Interpretación:

- Se observa una caída drástica en los desembarques totales de invertebrados durante los semestres de 1998 en comparación con 1997.
- Este descenso sugiere que los invertebrados favorecidos por condiciones cálidas no mantuvieron su productividad o disponibilidad en 1998, a pesar de la continuidad del escenario cálido.
- La concha de abanico puede haber influido de forma significativa en los totales, dado su alto volumen en 1997.

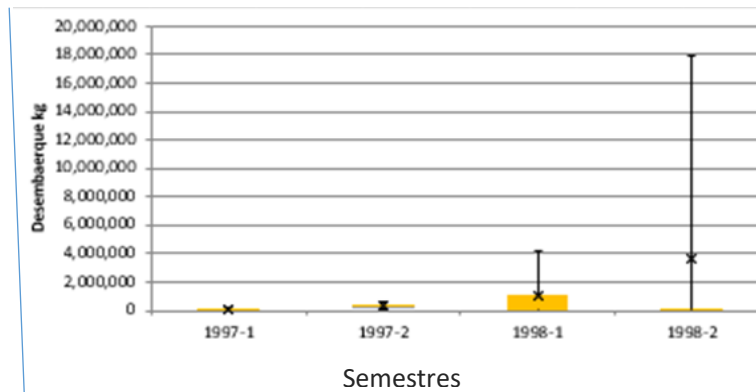


Figura 15. Variación de los desembarques (Kg) por semestres del total de especies de invertebrados favorecidas por períodos cálidos en 1997-1998

4.3.9 Variación de los desembarques (kg) por semestres sin concha de abanico en periodos cálidos en 1997–1998

Interpretación:

- Al excluir la concha de abanico, el descenso en los desembarques es aún más evidente, mostrando que la mayoría de las otras especies de invertebrados cálidos disminuyeron su presencia o captura.
- Esto indica que, aunque el escenario térmico era cálido, no fue favorable para mantener la biomasa o pesca de las otras especies.

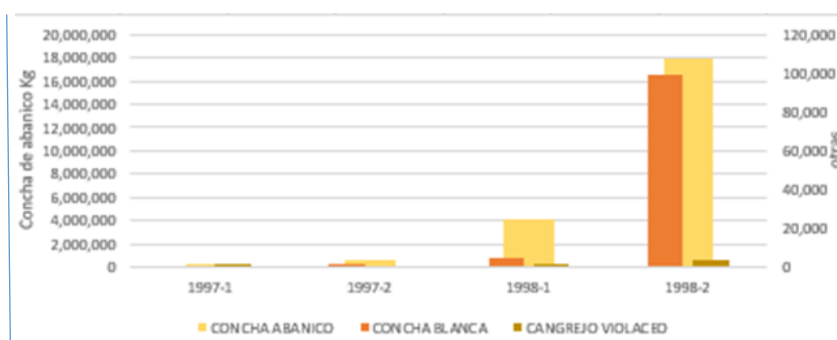


Figura 16. Desembarque (kg) de las tres principales especies de invertebrados favorecidas por períodos fríos en 1997-1998

4.3.10 Desembarque (kg) de las tres principales especies de invertebrados favorecidas por periodos fríos (1997–1998)

Interpretación:

- Las tres principales especies de invertebrados asociadas a escenarios fríos muestran una disminución considerable en sus volúmenes de desembarque al pasar de 1997 a 1998.
- Esto refleja que el cambio hacia condiciones más cálidas en 1998 afectó negativamente a las especies frías, tanto en su disponibilidad como en su captura.
- Las especies que podrían estar incluidas aquí son, por ejemplo, erizo, cangrejo y la pota, que suelen responder a enfriamientos costeros.

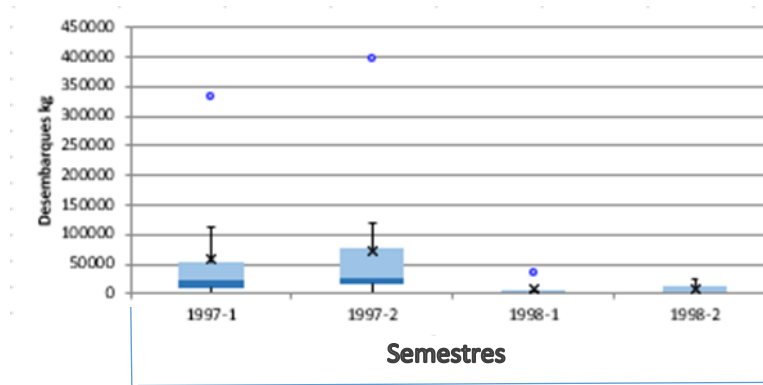


Figura 17. Variación de los desembarques (kg) de especies de invertebrados por semestres favorecidas por períodos fríos en 1997-1998

4.3.11 Variación de los desembarques (kg) totales de especies frías por semestres (1997–1998)

Interpretación:

- El patrón muestra una tendencia descendente progresiva en todos los semestres de 1998 respecto a 1997.
- Este comportamiento confirma que el calentamiento progresivo del mar en 1998 redujo drásticamente la presencia y explotación de invertebrados fríos.
- Posiblemente, estas especies migraron a aguas más profundas o alejadas de la costa, o disminuyeron por estrés térmico.

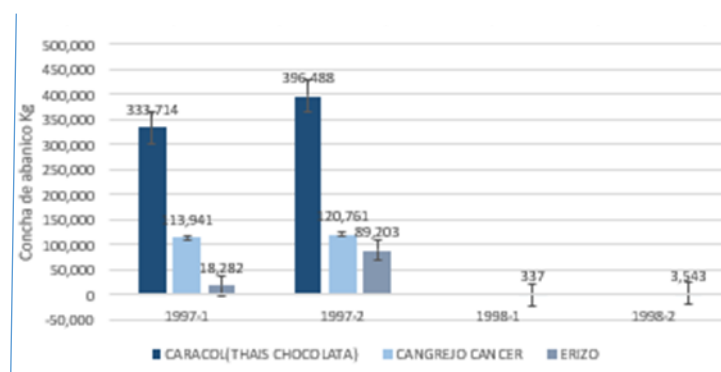


Figura 18. Variación de los desembarques (kg) de las tres principales especies de invertebrados favorecidas por el período frío en 1997-1998

Tabla 20. Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces en "escenario cálido 1997-1998"

Escenario	Grupo	especie	Desemb	Sem	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario cálido	Peque	SIERRA	8	1997-1	8	2		
Escenario cálido	Peque	BARRILETE NEGR	8	1997-1	8	2		
Escenario cálido	Peque	PARDO, CITARITA	8	1997-1	8	2		
Escenario cálido	Peque	TIPURONDIAMAH	8	1997-1	8	2		
Escenario cálido	Peque	MANTA	8	1997-1	8	2		
Escenario cálido	Peque	BARBUDO	8	1997-1	8	2		
Escenario cálido	Peque	SURU, GATO TIGU	7	1997-1	8	15		
Escenario cálido	Peque	DONCELLA	18	1997-1	8	16		
Escenario cálido	Peque	PICUDA	218	1997-1	8	21		
Escenario cálido	Peque	PAMPANO	1,874	1997-1	8	38		
Escenario cálido	Peque	CADALLA	5,856	1997-1	8	34		
Escenario cálido	Peque	BONITO	24,234	1997-1	8	32		
Escenario cálido	Peque	PARDO, CITARITA	8	1997-2	1	2		
Escenario cálido	Peque	MANTA	8	1997-2	1	2		
Escenario cálido	Peque	BARBUDO	8	1997-2	1	2		
Escenario cálido	Peque	PICUDA	8	1997-2	1	2		
Escenario cálido	Peque	SURU, GATO TIGU	8	1997-2	1	2		
Escenario cálido	Peque	BARRILETE NEGR	33	1997-2	1	18		
Escenario cálido	Peque	DONCELLA	151	1997-2	1	28		
Escenario cálido	Peque	TIPURONDIAMAH	663	1997-2	1	24		
Escenario cálido	Peque	SIERRA	1,861	1997-2	1	27		
Escenario cálido	Peque	PAMPANO	25,278	1997-2	1	38		
Escenario cálido	Peque	BONITO	136,867	1997-2	1	42		
Escenario cálido	Peque	CADALLA	287,855	1997-2	1	44		
Escenario cálido	Peque	DONCELLA	8	1998-1	2	7		
Escenario cálido	Peque	PICUDA	5	1998-1	2	14		
Escenario cálido	Peque	SURU, GATO TIGU	87	1998-1	2	17		
Escenario cálido	Peque	BARBUDO	888	1998-1	2	25		
Escenario cálido	Peque	MANTA	3,361	1998-1	2	32		
Escenario cálido	Peque	TIPURONDIAMAH	3,433	1998-1	2	33		
Escenario cálido	Peque	PARDO, CITARITA	15,834	1998-1	2	35		
Escenario cálido	Peque	BARRILETE NEGR	23,824	1998-1	2	36		
Escenario cálido	Peque	SIERRA	25,278	1998-1	2	33		
Escenario cálido	Peque	PAMPANO	74,181	1998-1	2	48		
Escenario cálido	Peque	CADALLA	365,888	1998-1	2	46		
Escenario cálido	Peque	BONITO	373,675	1998-1	2	47		
Escenario cálido	Peque	MANTA	8	1998-2	3	7		
Escenario cálido	Peque	SURU, GATO TIGU	175	1998-2	3	13		
Escenario cálido	Peque	BARRILETE NEGR	283	1998-2	3	22		
Escenario cálido	Peque	TIPURONDIAMAH	587	1998-2	3	23		
Escenario cálido	Peque	BARBUDO	1,844	1998-2	3	26		
Escenario cálido	Peque	DONCELLA	1,388	1998-2	3	28		
Escenario cálido	Peque	PICUDA	1,582	1998-2	3	23		
Escenario cálido	Peque	PARDO, CITARITA	2,885	1998-2	3	31		
Escenario cálido	Peque	PAMPANO	125,581	1998-2	3	41		
Escenario cálido	Peque	SIERRA	142,273	1998-2	3	43		

PRUEBA ESTADISTICA DE KRUSKAL WALLIS				
PECES ESCENARIO CALIDO				
Description Statistics				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Mean	2,417	31,881	74,322	119,877
Standard Dev.	2811.7388	13664.623	48633.23	66388.461
Median	4	145	3,237	5,441
Mode	8	8	8870	8870
Standard Dev.	6363.8755	68128.274	148386.27	223671.53
Sample Var.	40500813	4,640,83	1,3886,18	5,025,18
Kurtosis	18,584433	4,183823	2,3387432	7,4852382
Skewness	3,283534	2,2378426	1,3653214	2,6883633
Range	24234	287855	373675	278835
Minimum	24,234	287,855	373,675	778,835
Maximum	8	8	8	8
Sum	31,353	372,886	831,864	1,556,328
Count	12	12	12	12
Gamma1	8/HUM1	8/HUM1	8/HUM1	8/HUM1
Gamma2	8/HUM1	8/HUM1	8/HUM1	8/HUM1
AD	4883.4722	42428.167	33471.833	143646.22
MAH	3.5	145	3234	6242
IGR	626	2443.25	32287	123383.5

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \left(\frac{R_1^2}{N_1} + \frac{R_2^2}{N_2} + \dots + \frac{R_k^2}{n_k} \right) - 3(N+1)$$

9.6	p=	0.022769227
-----	----	-------------

por menor que 0.05

SE RECHAZA HIPOTESIS NULA

Ho= Todas las medianas son iguales

Ha= Existe por lo menos una mediana diferente

Escenario	Grupo	especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	RANGO	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Escenario cálido	Peque	CADALLA	5,856	287,855	365,888	278,835		2	2	2	2
Escenario cálido	Peque	BONITO	24,234	136,867	373,675	383,633		2	2	14	13
Escenario cálido	Peque	PAMPANO	1,874	25,278	74,181	125,581		2	2	17	22
Escenario cálido	Peque	SIERRA	8	1,861	25,278	142,273		2	2	25	23
Escenario cálido	Peque	BARRILETE NEGR	8	33	23,824	283		2	2	32	26
Escenario cálido	Peque	PARDO, CITARITA	8	8	15,834	2,885		2	18	33	28
Escenario cálido	Peque	TIPURONDIAMAH	8	663	3,433	587		15	28	35	23
Escenario cálido	Peque	MANTA	8	8	3,361	8		16	24	36	31
Escenario cálido	Peque	BARBUDO	8	8	888	1,844		21	27	33	41
Escenario cálido	Peque	PICUDA	218	8	5	1,582		38	38	48	43
Escenario cálido	Peque	DONCELLA	18	151	8	1,388		34	42	46	45
Escenario cálido	Peque	SURU, GATO TIGU	7	8	87	175		37	44	47	48

4.3.12 Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces en "escenario cálido 1997-1998"

Interpretación

- Hipótesis nula (H₀): Las medianas de los desembarques de peces en los distintos semestres (1997-1, 1997-2, 1998-1, 1998-2) son iguales.
- Hipótesis alternativa (H₁): Al menos una de las medianas es diferente.
- Resultado de la prueba:
 - Estadístico H = 9.55
 - p = 0.0228

Interpretación:

Como $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula. Esto significa que existen diferencias estadísticamente significativas en los desembarques entre al menos uno de los semestres considerados. Es decir, la variación temporal de los desembarques en escenario cálido no es aleatoria, y algunos periodos presentan mayor abundancia relativa que otros.

Observaciones por especie:

Caballa

- o Aumenta considerablemente cada semestre: 5,056 → 207,855 → 365,800 → 778,035 kg.
- o Este patrón creciente sugiere una marcada preferencia de esta especie por condiciones cálidas extremas (1998), especialmente en el segundo semestre, alcanzando el máximo registro.
- o Rango constante alto (siempre rango 7), por lo tanto, su peso domina en todos los periodos.

Bonito

- o También muestra aumento sostenido hasta 1998-1 (379,675 kg), pero en 1998-2 disminuye ligeramente (303,629 kg).
- o Con rangos altos, destaca como una especie favorecida durante el evento cálido.

Pámpano

- o Crecimiento progresivo: 1,874 → 25,270 → 74,101 → 125,501 kg.
- o Este comportamiento refuerza que específicamente 1998 representó condiciones óptimas para su captura.

Sierra y Barrilete negro

- o De valores nulos o muy bajos en 1997, pasan a cifras importantes en 1998, mostrando una respuesta retardada a las condiciones cálidas.

Tiburón diamante, manta, barbudo, doncella, picuda

- o Presentan patrones irregulares, con apariciones tardías o intermitentes.
- o Posible sensibilidad a variaciones más sutiles de las condiciones oceanográficas, o menor captura/registro sistemático.
- Las especies como caballa, bonito y pámpano muestran un claro comportamiento dependiente del calentamiento, con un aumento significativo de los desembarques conforme se intensifica el evento cálido de 1998 (el niño).
- La variabilidad intersemestral es significativa, lo que refleja que incluso dentro del mismo año las condiciones oceanográficas (temperatura, corrientes, disponibilidad de alimento) afectan la presencia y captura de peces pelágicos.

- El resultado estadístico valida que las especies no se comportaron homogéneamente a lo largo del tiempo. esto puede deberse tanto a la biología de cada especie, como al cambio en esfuerzos de pesca o condiciones ambientales específicas.

Conclusión

El análisis revela que el escenario cálido produjo cambios significativos en los patrones de desembarque de peces, favoreciendo claramente a especies pelágicas como caballa y bonito, especialmente durante el clímax del evento el niño (1998-2). este comportamiento es clave para comprender la resiliencia o vulnerabilidad específica de las especies frente a anomalías térmicas, lo cual tiene implicancias para la gestión pesquera y la predicción de capturas futuras bajo escenarios de cambio climático.

Tabla 21. Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces en "escenario frío" 1997-1998

Escenario	Grupo	especie	Desembarque	Semestre	grupo	Rango
Escenario frío	Peces	CACHEMA	8	1997-1	1	2.8
Escenario frío	Peces	DORADO, PERICO	25	1997-1	1	4.8
Escenario frío	Peces	RAYA AGUILA	5,878	1997-1	1	2.8
Escenario frío	Peces	TIBURON MARTILL	18,706	1997-1	1	15.8
Escenario frío	Peces	PINTADILLA	23,816	1997-1	1	21.8
Escenario frío	Peces	COJIMBOA	28,473	1997-1	1	23.8
Escenario frío	Peces	CABRILLA	37,288	1997-1	1	25.8
Escenario frío	Peces	LISA COMUN	41,892	1997-1	1	28.8
Escenario frío	Peces	PEJERREY	53,259	1997-1	1	35.5
Escenario frío	Peces	SARDINA	62,230	1997-1	1	33.8
Escenario frío	Peces	JUREL	83,895	1997-1	1	41.5
Escenario frío	Peces	CABINZA	184,706	1997-1	1	44.5
Escenario frío	Peces	JUREL	1878	1997-2	1	5.8
Escenario frío	Peces	COJIMBOA	8636	1997-2	1	11.8
Escenario frío	Peces	RAYA AGUILA	18154	1997-2	1	14.8
Escenario frío	Peces	SARDINA	19332	1997-2	1	13.8
Escenario frío	Peces	CACHEMA	28887	1997-2	1	25.8
Escenario frío	Peces	PINTADILLA	35556	1997-2	1	25.8
Escenario frío	Peces	TIBURON MARTILL	35819	1997-2	1	25.8
Escenario frío	Peces	DORADO, PERICO	38187	1997-2	1	26.8
Escenario frío	Peces	LISA COMUN	39357	1997-2	1	26.8
Escenario frío	Peces	CABRILLA	48828	1997-2	1	39.8
Escenario frío	Peces	CABINZA	61195	1997-2	1	33.8
Escenario frío	Peces	PEJERREY	122448	1997-2	1	36.8
Escenario frío	Peces	PEJERREY	8	1998-1	2	2.8
Escenario frío	Peces	COJIMBOA	3331	1998-1	2	6.8
Escenario frío	Peces	CACHEMA	7581	1998-1	2	8.8
Escenario frío	Peces	PINTADILLA	8185	1998-1	2	3.8
Escenario frío	Peces	JUREL	8885	1998-1	2	3.8
Escenario frío	Peces	CABRILLA	8885	1998-1	2	3.8
Escenario frío	Peces	CABINZA	16725	1998-1	2	18.8
Escenario frío	Peces	RAYA AGUILA	18484	1998-1	2	18.8
Escenario frío	Peces	SARDINA	18832	1998-1	2	18.8
Escenario frío	Peces	TIBURON MARTILL	21711	1998-1	2	11.8
Escenario frío	Peces	LISA COMUN	42888	1998-1	2	18.8
Escenario frío	Peces	DORADO, PERICO	62755	1998-1	2	23.8
Escenario frío	Peces	PEJERREY	8	1998-2	3	1.5
Escenario frío	Peces	DORADO, PERICO	11	1998-2	3	2.8
Escenario frío	Peces	SARDINA	1288	1998-2	3	3.8
Escenario frío	Peces	TIBURON MARTILL	5388	1998-2	3	4.8
Escenario frío	Peces	PINTADILLA	7732	1998-2	3	4.8
Escenario frío	Peces	RAYA AGUILA	21886	1998-2	3	5.8
Escenario frío	Peces	CACHEMA	26118	1998-2	3	6.8
Escenario frío	Peces	JUREL	27423	1998-2	3	6.8
Escenario frío	Peces	CABRILLA	33833	1998-2	3	8.8
Escenario frío	Peces	COJIMBOA	43518	1998-2	3	3.8
Escenario frío	Peces	LISA COMUN	51857	1998-2	3	3.8
Escenario frío	Peces	CABINZA	53727	1998-2	3	18.8

Descriptive Statistics				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Mean	63,678	37,218	18,518	23,754
Standard Dev.	38264.883	3223.517	5444.616	6182.2332
Median	52,387	34,688	12,384	25,382
Mode	BN/D	BN/D	BN/D	BN/D
Standard Dev.	133382.88	31551.453	18858.234	21242.387
Sample Var.	1.773E+10	1.821E+09	3.55393578	451261116
Kurtosis	6.7815218	4.4331245	3.4183244	-1.2185188
Skewness	3.2233344	6.7341478	1.8311348	8.3728155
Range	484785	121378	66745	53777
Maximum	484,785	122,448	66,745	53,777
Minimum	8	1,878	8	8
Sum	836,841	647,837	222,235	285,843
Count	12	12	12	12
Geometric M.	23383.851	8181.1	8181.1	8181.1
Harmonic M.	8683.1261	8181.1	8181.1	8181.1
AMD	21543.472	28538.764	12683.778	17443.417
HMd	27338.5	14748	5286.5	1881.1
10B	58737.25	24387.25	11626.5	35364.25

Sum of rank	288	265	119.5	56
Standard Dev.	3368.8833	5852.8833	1879.5288	261.33333
	8.885182	14167.824		142

Escenario	Grupo	especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	RANGO	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	-74.82	p=	# VALOR
Escenario frío	Peces	CABINZA	484,706	61,135	16,725	53,777			2	5	1.5	1		
Escenario frío	Peces	PEJERREY	53,259	122,448	0	0			4	11	5	1		
Escenario frío	Peces	LISA COMUN	41,892	38,957	42,888	51,857			7	13	7	2		
Escenario frío	Peces	CABRILLA	37,500	48,828	9,083	38,893			15	18	8	3		
Escenario frío	Peces	JUREL	83,895	1,078	8,805	27,423			21	24	8	3		
Escenario frío	Peces	DORADO, PERICO	26	38,107	66,785	11			23	24	8	4		
Escenario frío	Peces	SARDINA	62,230	19,332	18,897	1,208			26	24	9	5		
Escenario frío	Peces	COJIMBOA	28,473	8,896	3,391	43,360			30.5	25	9	5		
Escenario frío	Peces	TIBURON MARTI	10,706	35,819	21,711	5,388			35.5	25	9	7		
Escenario frío	Peces	PINTADILLA	23,016	33,556	8,105	7,732			39	29	10	8		
Escenario frío	Peces	CACHEMA	0	28,387	7,581	26,118			41.5	32	17	8		
Escenario frío	Peces	RAYA AGUILA	5,078	10,154	18,484	21,686			44.5	35	22	9		

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \left(\frac{R_1^2}{N_1} + \frac{R_2^2}{N_2} + \dots + \frac{R_k^2}{n_k} \right) - 3(N+1)$$

p es menor que 0.05
SE RECHAZA HIPOTESIS NULA

Ho= Todas las medianas son iguales
Ha= Existe por lo menos una mediana diferente

4.3.13 Prueba estadística de Kruskal Wallis para peces en "escenario frío" 1997-1998

Hipótesis

- Ho (nula): Las medianas de los desembarques por especie son iguales entre semestres.
- H1 (alternativa): Al menos una mediana es diferente.

Resultados Estadísticos

- p-valor < 0.05 → Se rechaza la hipótesis nula.
- Esto indica diferencias estadísticamente significativas en los desembarques de peces entre los semestres bajo el escenario frío (1997-1, 1997-2, 1998-1, 1998-2).

Tabla 22. Distribución y tendencias de los desembarques (Kg) de especies de peces

Año-Semestre	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Desv. Esta.
1997-1	69,670 kg	32,987 kg	0 kg	484 kg	133,382 kg
1997-2	37,258 kg	34,688 kg	1,078 kg	122,448 kg	31,951 kg
1998-1	18,520 kg	12,904 kg	0 kg	66,765 kg	18,850 kg
1998-2	23,754 kg	23,902 kg	0 kg	59,777 kg	21,243 kg

4.3.14 Cambios significativos de los desembarques (kg) de peces en especies clave

- CABINZA: Altamente dominante en 1997-1 (484,706 kg), cae drásticamente en 1998-1 (16,725 kg) pero se recupera parcialmente en 1998-2 (59,777 kg).
- PEJERREY: Aumenta en 1997-2 (122,448 kg), pero desaparece completamente en 1998 (0 kg), lo cual afecta fuertemente la media y contribuye al sesgo.
- LISA COMÚN: Relativamente estable, con leves aumentos en 1998, y presenta los valores más consistentes.

Varianza en 1997-1

- El semestre 1997-1 presenta mayor dispersión y asimetría positiva, lo que indica que unas pocas especies con altos desembarques (ej. CABINZA) inflaron la media.
- A partir de 1997-1, hay una tendencia a la baja en los desembarques totales hasta 1998-1, con leve recuperación en 1998-2.
- Posible influencia oceanográfica: el año 1998 fue un periodo post-Niño, con condiciones menos favorables para especies asociadas al frío.

Conclusiones

1. Existen diferencias significativas entre las medianas de los desembarques en los diferentes semestres en escenario frío.
2. Estas diferencias están fuertemente influenciadas por especies dominantes (CABINZA, PEJERREY), que presentan fluctuaciones abruptas.
3. La evolución temporal de los datos refleja probablemente cambios oceanográficos y ecológicos, en particular los efectos residuales del evento El Niño 1997-98.
4. El semestre 1997-1 representa un outlier, por el desembarque extremo de CABINZA.

Tabla 23. Prueba estadística de Kruskal Wallis para invertebrados en "escenario frío 1997-1998"

Escenario	Grupo esp	especie	Desembarc	Semestre	grupo	Rango
Escenario	Invertebrac	BARQUILLO (Acanthopleura ec	27	1997-1	0	11
Escenario	Invertebrac	CARACOL(THAIS CHOCOLA1	137	1997-1	0	15
Escenario	Invertebrac	CANGREJO CANCER	921	1997-1	0	20
Escenario	Invertebrac	BABOSA	18282	1997-1	0	29
Escenario	Invertebrac	MACHA(Mesodesma donaciur	20735	1997-1	0	31
Escenario	Invertebrac	BARQUILLO (Acanthopleura ec	21382	1997-1	0	32
Escenario	Invertebrac	CARACOL(THAIS CHOCOLA1	33489	1997-1	0	34
Escenario	Invertebrac	CANGREJO CANCER	34638	1997-1	0	37
Escenario	Invertebrac	MACHA(Mesodesma donaciur	69812	1997-1	0	39
Escenario	Invertebrac	BARQUILLO (Acanthopleura ec	113941	1997-1	0	41
Escenario	Invertebrac	BARQUILLO (Acanthopleura ec	333714	1997-1	0	43
Escenario	Invertebrac	CHANQUE	0	1997-2	1	5.5
Escenario	Invertebrac	MACHA(Mesodesma donaciur	93	1997-2	1	13
Escenario	Invertebrac	BABOSA	525	1997-2	1	18
Escenario	Invertebrac	MACHA(Mesodesma donaciur	17330	1997-2	1	27
Escenario	Invertebrac	ERIZO	18176	1997-2	1	28
Escenario	Invertebrac	JAIVA	18602	1997-2	1	30
Escenario	Invertebrac	BABOSA	34118	1997-2	1	35
Escenario	Invertebrac	LAPA	35176	1997-2	1	38
Escenario	Invertebrac	BABOSA	89203	1997-2	1	40
Escenario	Invertebrac	CHANQUE	120761	1997-2	1	42
Escenario	Invertebrac	LAPA	396488	1997-2	1	44
Escenario	Invertebrac	ERIZO	0	1998-1	2	5.5
Escenario	Invertebrac	NAVAJA	0	1998-1	2	5.5
Escenario	Invertebrac	NAVAJA	0	1998-1	2	5.5
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-1	2	5.5
Escenario	Invertebrac	LAPA	0	1998-1	2	5.5
Escenario	Invertebrac	NAVAJA	337	1998-1	2	16
Escenario	Invertebrac	ERIZO	411	1998-1	2	17
Escenario	Invertebrac	JAIVA	847	1998-1	2	19
Escenario	Invertebrac	LAPA	1595	1998-1	2	21
Escenario	Invertebrac	NAVAJA	4499	1998-1	2	24
Escenario	Invertebrac	JAIVA	34237	1998-1	2	36
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	NAVAJA	337	1998-1	2	16
Escenario	Invertebrac	ERIZO	411	1998-1	2	17
Escenario	Invertebrac	JAIVA	847	1998-1	2	19
Escenario	Invertebrac	LAPA	1595	1998-1	2	21
Escenario	Invertebrac	NAVAJA	4499	1998-1	2	24
Escenario	Invertebrac	JAIVA	34237	1998-1	2	36
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	MEJILLON	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	CHANQUE	0	1998-2	3	5.5
Escenario	Invertebrac	CHANQUE	67	1998-2	3	12
Escenario	Invertebrac	JAIVA	106	1998-2	3	14
Escenario	Invertebrac	ERIZO	2469	1998-2	3	22
Escenario	Invertebrac	CANGREJO CANCER	3543	1998-2	3	23
Escenario	Invertebrac	CANGREJO CANCER	11147	1998-2	3	25
Escenario	Invertebrac	CARACOL(THAIS CHOCOLA1	12908	1998-2	3	26
Escenario	Invertebrac	CARACOL(THAIS CHOCOLA1	23952	1998-2	3	33

Descriptive Statistics				
	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2
Mean	58,825	66,407	3,811	4,927
Standard E	29341.298	34982.25652	3069.139724	2366.923
Median	21,382	18,602	337	106
Mode	#N/D	#N/D	0	0
Standard C	97314.0763	116023.0192	10179.18489	7850.195
Sample Va	9470029437	13461340986	103615805.1	61625556
Kurtosis	7.61185234	7.929599719	10.49117986	2.595185
Skewness	2.67052459	2.728151588	3.218079442	1.746576
Range	333687	396488	34237	23952
Maximum	333,714	396,488	34,237	23,952
Minimum	27	0	0	0
Sum	647,078	730,472	41,926	54,192
Count	11	11	11	11
Geometric	9853.63164	#jNUM!	#jNUM!	#jNUM!
Harmonic M	240.928992	#jNUM!	#jNUM!	#jNUM!
AAD	61998.3967	74042.24793	5656.92562	6041.339
MAD	20461	18077	337	106
IQR	42623.5	53262	1221	7345
Suma de ra	332	320.5	160.5	177
cuadrados	10020.3636	9338.204545	2341.840909	2848.091

Interpretación:

- Alta dispersión en 1997: los altos valores de rango, desviación estándar, curtosis y asimetría muestran que los desembarques estuvieron dominados por unas pocas especies con valores muy altos (p.ej., Barquillo, Macha, Babosa).
- En 1998 los valores son notablemente menores, y las medianas bajan drásticamente, indicando una contracción sustancial en la actividad extractiva o en la abundancia de especies.
- La curtosis > 3 y asimetría positiva en todos los semestres indican distribuciones con colas largas a la derecha, pero más extremas en 1998-1 (curtosis de 10.49).

Factores explicativos

Este patrón coincide con el desarrollo del Fenómeno El Niño 1997–1998, que alteró la productividad marina:

- En 1997-1 y 1997-2 (fase temprana y desarrollo del evento): hubo mayores desembarques, especialmente de especies típicas de aguas frías (p.ej., macha, barquillo, babosa).
- En 1998-1 y 1998-2, con un calentamiento máximo de TSM, se reduce la disponibilidad de nutrientes y, por tanto, de recursos bentónicos (invertebrados).

Conclusiones

- El Kruskal-Wallis confirma diferencias significativas en los desembarques entre los semestres.
- El pico de extracción se concentra en 1997, y hay un colapso relativo en 1998, especialmente visible en la mediana y el IQR.
- Esto sugiere una fuerte relación entre las condiciones oceanográficas (TSM, ICEN, ATSM) y la biología/abundancia de las especies de invertebrados.

Tabla 24. Análisis de Kruskal-Wallis para invertebrados en Escenario Frío

Escenario	Grupo	especie	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	RANGO	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	13.78	p= 0.0032223
Escenario	Invertebra	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)	333,714	396,408	0	0		11	5.5	5.5	5.5		
Escenario	Invertebra	CANGREJO(CANCER)	103,941	129,761	0	0		15	13	5.5	5.5		
Escenario	Invertebra	MEJILLON	33,419	34,110	34,237	12,900		20	10	5.5	5.5		
Escenario	Invertebra	JALVA	69,892	10,602	411	23,952		29	27	5.5	5.5		
Escenario	Invertebra	ERIZO	10,282	89,283	337	3,543		31	28	5.5	12		
Escenario	Invertebra	CHAMQUE	34,638	35,176	1,595	67		32	30	16	14		
Escenario	Invertebra	NAYAJA	21,382	10,176	4,499	11,147		34	35	17	22		
Escenario	Invertebra	LAPA	20,725	17,330	947	2,469		37	39	19	23		
Escenario	Invertebra	BABOSA	921	525	0	106		39	40	21	25		
Escenario	Invertebra	MACHA(Musculina danacorum)	137	93	0	0		41	42	24	26		
Escenario	Invertebra	BARQUILLO(Acanthopagurus)	27	0	0	0		43	44	26	33		

p es menor que 0.05

SE RECHAZA HIPOTESIS NULA

Ho= Todas las medianas son iguales

Ha= Existe por lo menos una mediana diferente

4.3.16 Análisis de Kruskal-Wallis para invertebrados en Escenario Frío

Estadístico de prueba: $H = 13.78$

p-valor = 0.0032

Interpretación:

- El valor de $p < 0.05$ indica significativa evidencia estadística, para rechazar la hipótesis nula (H_0 : todas las medianas son iguales).
- Por lo tanto, existe al menos un semestre que difiere significativamente en sus desembarques respecto a los otros.

Observaciones relevantes por especie:

- Caracol (*Thais chocolata*) y Cangrejo (*Cancer setosus*) tienen desembarques solo en 1997 (ambos semestres), pero desaparecen completamente en 1998 → notoria caída.

- Mejillón, jaiva, erizo, chanque, etc., registran presencia en todos los semestres, pero sus valores disminuyen notablemente en 1998-2.
- Barquillo y macha prácticamente desaparecen en 1998.

Conclusión para el escenario frío:

Los resultados sugieren que las condiciones oceanográficas frías de 1998 (como el evento La Niña) impactaron fuertemente en los desembarques de invertebrados, especialmente en el segundo semestre. Esto se ve reflejado en la disminución abrupta en los rangos y desembarques.

Tabla 25. Análisis de Kruskal-Wallis para Invertebrados en Escenario Cálido

Escenario	Grupo	especie	Desembarque	Semestre	grupo	Rango	PRUEBA ESTADISTICA DE KRUSKAL WALLIS				Escenario	Grupo	especie
INVERTEBRADO ESCENARIO CALIDO													
Escenario	Invertebrado	CONCHA BLANCA	0	1997-1	0	3					Escenario	Invertebrado	CONCHA ABAN
Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI	0	1997-1	0	3					Escenario	Invertebrado	CONCHA BLAN
Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIOLACEO	252	1997-1	0	7					Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI
Escenario	Invertebrado	CONCHA ABANICO	40232	1997-1	0	12					Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIO
Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI	0	1997-2	1	3					Escenario	Invertebrado	563379 1997-2
Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIOLACEO	0	1997-2	1	3					Escenario	Invertebrado	CONCHA BLAN
Escenario	Invertebrado	CONCHA BLANCA	941	1997-2	1	8					Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI
Escenario	Invertebrado	CONCHA ABANICO	563379	1997-2	1	14					Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIO
Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI	0	1998-1	2	3					Escenario	Invertebrado	CONCHA ABAN
Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIOLACEO	250	1998-1	2	3					Escenario	Invertebrado	CONCHA BLAN
Escenario	Invertebrado	CONCHA BLANCA	4551	1998-1	2	8					Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI
Escenario	Invertebrado	CONCHA ABANICO	4912449	1998-1	2	14					Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIO
Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIOLACEO	3655	1998-2	3	8					Escenario	Invertebrado	CONCHA ABAN
Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI	11006	1998-2	3	11					Escenario	Invertebrado	CONCHA BLAN
Escenario	Invertebrado	CONCHA BLANCA	99016	1998-2	3	13					Escenario	Invertebrado	CAMARON TITI
Escenario	Invertebrado	CONCHA ABANICO	17170555	1998-2	3	16					Escenario	Invertebrado	CANGREJO VIO

El considerable aumento en los desembarques de algunas especies, especialmente la concha de abanico, evidencia que estas especies se ven claramente favorecidas por las condiciones cálidas, como las producidas por El Niño de 1997-1998. Esto genera diferencias significativas entre semestres, como lo confirma la prueba de Kruskal-Wallis.

- El Niño 1997-98 (escenario cálido) → expansión de especies como la concha de abanico.
- La Niña 1998 (escenario frío) → reducción o desaparición de especies más sensibles como cangrejos o barquillos.

Tabla 26. Prueba estadística de chi cuadrado (χ^2) para peces 1997-1998

Escenari	Grupo	Especie	Desemb	Semestre	PRUEBA ESTADISTICA DE CHI CUADRADO																			
Escenario	Peces	CABALLA	5,056	1997-1	PECES																			
Escenario	Peces	BONITO	24,234	1997-1	Suma de Desemb: Etiquetas de col -																			
Escenario	Peces	PIRPAÑO	1,874	1997-1	Etiquetas de fili - 1997-1																			
Escenario	Peces	SERPA		1997-1	Escenario	calido	31403	4E+05	830301	1E+06	2653182													
Escenario	Peces	BARRILETE NEGRO		1997-1	Escenario	frio	95126	5E+05	277384	375458	2150717													
Escenario	Peces	PARDON, CITARITA		1997-1	Total general							982329	9999	1E+06	2E+06	4803909								
Escenario	Peces	TULFON DIAMANTE		1997-1	Suma de Desemb: Etiquetas de columna																			
Escenario	Peces	RAYA		1997-1	Etiquetas de fili																			
Escenario	Peces	BARBUJO		1997-1	Escenario	calido	31403	4E+05	830301	1E+06	2653182	Esperado												
Escenario	Peces	PIGUA	210	1997-1	Escenario	frio	95126	5E+05	277384	375458	2150717	Etiquetas de fili	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	Total general							
Escenario	Peces	DOÑUELLA	19	1997-1	Total general							982329	9E+05	1E+06	2E+06	4803909	Escenario	calido	542870.27	506889.6	646197.6	957235.6	2653182	
Escenario	Peces	BURO GATO	7	1997-1	Suma de Desemb: Etiquetas de columna										Escenario	frio	440056.13	43093.4	52397.4	77343.4	2150717			
Escenario	Peces	CHULA, MSHO, VIRA SEÑORITA		1997-1	Etiquetas de fili										Escenario	calido	491880.81	35873.88	33522.58	167580.6				
Escenario	Peces	PEJE BLANCO	4	1997-1	Etiquetas de fili										Escenario	frio	534463.3	44262.55	18372.4	206708				
Escenario	Peces	BAGRE		1997-1	Decision										NO SE ACEPTA HIPOTESIS NULA									
Escenario	Peces	PEZ LOBO		1997-1	Conclusion										Existe asociacion entre las especies y los semestres									
Escenario	Peces	DIABULO, DIABLO, ROJO		1997-1	g(f-1)(k-1)										3									
Escenario	Peces	AYAMARCAI (Cetengula myrta)		1997-1	p										0.05					5%				
Escenario	Peces	TOLLO		1997-1	X2										0.351846									
Escenario	Peces	ALBA ALETA MAR		1997-1																				
Escenario	Peces	CHUMBO, CONERO		1997-1																				
Escenario	Peces	MUCHACHITA, CHULA		1997-1																				
Escenario	Peces	FORTUNO		1997-1																				
Escenario	Peces	ESPIGO PAMPANTO		1997-1																				
Escenario	Peces	CABRICA	494,706	1997-1																				
Escenario	Peces	PEJE PERRO	59,293	1997-1																				
Escenario	Peces	LISA COMUN	41,092	1997-1																				
Escenario	Peces	CABRILLA	37,500	1997-1																				
Escenario	Peces	JUREL	83,895	1997-1																				

Escenario	Peces	DORADO PERI	26	1997-1	Escenario	Peces	AZUL CHIRI	542	1997-1
Escenario	Peces	SARDINA	62,290	1997-1	Escenario	Peces	ANCHOVETA		1997-1
Escenario	Peces	COJINOBA	28,473	1997-1	Escenario	Peces	CAMOTE	227	1997-1
Escenario	Peces	TIBURON MAR	10,706	1997-1	Escenario	Peces	TOLLO BLANC	280	1997-1
Escenario	Peces	PINTADILLA	23,016	1997-1	Escenario	Peces	BASHA, RAYA	1,071	1997-1
Escenario	Peces	CACHEMA		1997-1	Escenario	Peces	CARPA	308	1997-1
Escenario	Peces	RAYA AGUILA	5,078	1997-1	Escenario	Peces	TOLLO GATO	39	1997-1
Escenario	Peces	COCCO	4,545	1997-1	Escenario	Peces	PERICO		1997-1
Escenario	Peces	RAYA BATEA	26,358	1997-1	Escenario	Peces	RAYA MARIPO	446	1997-1
Escenario	Peces	RAYA AGUILA	20,153	1997-1	Escenario	Peces	CAZON, TIBURON	223	1997-1
Escenario	Peces	MACHETE	7,070	1997-1	Escenario	Peces	PEJE GALLO	417	1997-1
Escenario	Peces	MOJARILLA	5,505	1997-1	Escenario	Peces	TOLLO COMUN	585	1997-1
Escenario	Peces	CHERLO CALA	1,703	1997-1	Escenario	Peces	PEJE PERRO	491	1997-1
Escenario	Peces	BARRILETE	5,008	1997-1	Escenario	Peces	CORCOVADO	86	1997-1
Escenario	Peces	GUIARRA	13,833	1997-1	Escenario	Peces	RAYA REDOND	276	1997-1
Escenario	Peces	TRAMBOLLO	2,151	1997-1	Escenario	Peces	BURRO, ARNIL	125	1997-1
Escenario	Peces	RAYA AGUILA	1,707	1997-1	Escenario	Peces	MERO (Epineph	174	1997-1
Escenario	Peces	LORNA	9,111	1997-1	Escenario	Peces	PEZ VOLADOF	233	1997-1
Escenario	Peces	CORVINA	4,127	1997-1	Escenario	Peces	AGUJA, AGUJILLA		1997-1
Escenario	Peces	CHITA	2,801	1997-1	Escenario	Peces	PASTELILLO	91	1997-1
Escenario	Peces	LENGUADO CO	731	1997-1	Escenario	Peces	TIBURON ZORI	62	1997-1
Escenario	Peces	JERGUILLA	1,592	1997-1	Escenario	Peces	VIEJA NEGRA	27	1997-1
Escenario	Peces	AYANQUE, CAI	1,822	1997-1	Escenario	Peces	CONGRIO MAN	54	1997-1
Escenario	Peces	QJO DE UVA	843	1997-1	Escenario	Peces	ANGELOTE	35	1997-1
Escenario	Peces	AZUL CHIRI	542	1997-1	Escenario	Peces	CHAVELA		1997-1
Escenario	Peces	ANCHOVETA		1997-1	Escenario	Peces	MERO, CURAC	9	1997-1
					Escenario	Peces	MERO		1997-1
					Escenario	Peces	MERO NEGRO (Mycteroperca		1997-1
					Escenario	Peces	TOLLO MACHADO		1997-1
					Escenario	Peces	CHITA DORAD	12	1997-1
					Escenario	Peces	SAN PEDRANC	12	1997-1
					Escenario	Peces	CABALLA	207,855	1997-2
					Escenario	Peces	BONITO	136,867	1997-2

Escenario d	Peces	SIERRA	1,061	1997-2	Escenario f	Peces	COJINOBA	8,696	1997-2
Escenario d	Peces	BARRILETE NE	99	1997-2	Escenario f	Peces	TIBURON MAR	35,819	1997-2
Escenario d	Peces	PARDO,CITARITA		1997-2	Escenario f	Peces	PINTADILLA	33,556	1997-2
Escenario d	Peces	TIBURON DIAM	663	1997-2	Escenario f	Peces	CACHEMA	28,987	1997-2
Escenario d	Peces	MANTA		1997-2	Escenario f	Peces	RAYA AGUILA	10,154	1997-2
Escenario d	Peces	BARBUDDO		1997-2	Escenario f	Peces	COCO	11,278	1997-2
Escenario d	Peces	PICUDA		1997-2	Escenario f	Peces	RAYA BATEA	1,186	1997-2
Escenario d	Peces	DONCELLA	191	1997-2	Escenario f	Peces	RAYA AGUILA	16,579	1997-2
Escenario d	Peces	SUÑO, GATO TIBURON		1997-2	Escenario f	Peces	MACHETE	954	1997-2
Escenario d	Peces	CHULA,MISHO,VIÑA SEÑORITA		1997-2	Escenario f	Peces	MOJARILLA	9,718	1997-2
Escenario d	Peces	PEJE BLANCO		1997-2	Escenario f	Peces	CHERLO CALA	10,882	1997-2
Escenario d	Peces	BAGRE		1997-2	Escenario f	Peces	BARRILETE	2,485	1997-2
Escenario d	Peces	PEZ LORO	17	1997-2	Escenario f	Peces	GUIARRA	3,181	1997-2
Escenario d	Peces	DIABLICO, DIAE	6	1997-2	Escenario f	Peces	TRAMBOLLO	6,205	1997-2
Escenario d	Peces	AYAMARCA(Cetengraulis mysticetus)		1997-2	Escenario f	Peces	RAYA AGUILA	13,210	1997-2
Escenario d	Peces	TOLLO		1997-2	Escenario f	Peces	LORNA	1,477	1997-2
Escenario d	Peces	ATUN ALETA MAR		1997-2	Escenario f	Peces	CORVINA	2,531	1997-2
Escenario d	Peces	CHUMBO,COCINERO		1997-2	Escenario f	Peces	CHITA	572	1997-2
Escenario d	Peces	MUCHACHITA,CHULA		1997-2	Escenario f	Peces	LENGUADO CO	1,873	1997-2
Escenario d	Peces	FORTUNO		1997-2	Escenario f	Peces	JERGUILLA	2,407	1997-2
Escenario d	Peces	ESPEJO PAMPANITO		1997-2	Escenario f	Peces	AYANQUE,CA	2,141	1997-2
Escenario f	Peces	CABINZA	61,135	1997-2	Escenario f	Peces	OJO DE UVA	1,405	1997-2
Escenario f	Peces	PEJERREY	122,448	1997-2	Escenario f	Peces	AZUL CHIRI	1,972	1997-2
Escenario f	Peces	LISA COMUN	38,957	1997-2	Escenario f	Peces	ANCHOVETA	2,818	1997-2
Escenario f	Peces	CABRILLA	48,828	1997-2	Escenario f	Peces	CAMOTE	1,430	1997-2
Escenario f	Peces	JUREL	1,078	1997-2	Escenario f	Peces	TOLLO BLANC	558	1997-2
Escenario f	Peces	DORADO,PERI	38,107	1997-2	Escenario f	Peces	BASHA, RAYA HOCI(Rhinoptera)		1997-2
Escenario f	Peces	SARDINA	19,332	1997-2	Escenario f	Peces	CARPA	732	1997-2
Escenario f	Peces	RAYA MARIPO	350	1997-2	Escenario f	Peces	TOLLO GATO	249	1997-2
Escenario f	Peces	CAZON,TIBURON	438	1997-2	Escenario f	Peces	PERICO	938	1997-2
Escenario f	Peces	PEJE GALLO	437	1997-2	Escenario d	Peces	BARBUDDO	800	1998-1
Escenario f	Peces	TOLLO COMUN	89	1997-2	Escenario d	Peces	PICUDA	5	1998-1
Escenario f	Peces	PEJE PERRO		1997-2	Escenario d	Peces	DONCELLA		1998-1
Escenario f	Peces	CORCOVADO	33	1997-2	Escenario d	Peces	SUÑO, GATO 1	87	1998-1
Escenario f	Peces	RAYA REDON	130	1997-2	Escenario d	Peces	CHULA,MISHO,VIÑA SEÑORITA		1998-1
Escenario f	Peces	BURRO,ARNIL	97	1997-2	Escenario d	Peces	PEJE BLANCO	10	1998-1
Escenario f	Peces	MERO(Epineph	70	1997-2	Escenario d	Peces	BAGRE		1998-1
Escenario f	Peces	PEZ VOLADOR		1997-2	Escenario d	Peces	PEZ LORO	7	1998-1
Escenario f	Peces	AGUJA,AGUIL	64	1997-2	Escenario d	Peces	DIABLICO,DIABLO,ROJO		1998-1
Escenario f	Peces	PASTELILLO		1997-2	Escenario d	Peces	AYAMARCA(Cetengraulis mysticetus)		1998-1
Escenario f	Peces	TIBURON ZORI	4	1997-2	Escenario d	Peces	TOLLO	86	1998-1
Escenario f	Peces	VIEJA NEGRA	51	1997-2	Escenario d	Peces	ATUN ALETA M	51	1998-1
Escenario f	Peces	CONGRIO MANCHADO		1997-2	Escenario d	Peces	CHUMBO,COCINERO		1998-1
Escenario f	Peces	ANGELOTE		1997-2	Escenario d	Peces	MUCHACHITA,CHULA		1998-1
Escenario f	Peces	CHAVELA	62	1997-2	Escenario d	Peces	FORTUNO	7	1998-1
Escenario f	Peces	MERO,CURAC	10	1997-2	Escenario d	Peces	ESPEJO PAMF	6	1998-1
Escenario f	Peces	MERO	7	1997-2	Escenario f	Peces	CABINZA	16,725	1998-1
Escenario f	Peces	MERO NEGRO	16	1997-2	Escenario f	Peces	PEJERREY		1998-1
Escenario f	Peces	TOLLO MACH	15	1997-2	Escenario f	Peces	LISA COMUN	42,688	1998-1
Escenario f	Peces	CHITA DORADA		1997-2	Escenario f	Peces	CABRILLA	9,083	1998-1
Escenario f	Peces	SAN PEDRANO		1997-2	Escenario f	Peces	JUREL	8,805	1998-1
Escenario f	Peces	CABALLA	365,800	1998-1	Escenario f	Peces	DORADO,PERI	66,765	1998-1
Escenario f	Peces	BONITO	379,675	1998-1	Escenario f	Peces	SARDINA	18,897	1998-1
Escenario f	Peces	PAMPANO	74,101	1998-1	Escenario f	Peces	COJINOBA	3,391	1998-1
Escenario f	Peces	SIERRA	25,738	1998-1	Escenario f	Peces	TIBURON MAR	21,711	1998-1
Escenario f	Peces	BARRILETE NE	23,824	1998-1	Escenario f	Peces	PINTADILLA	8,105	1998-1
Escenario f	Peces	PARDO,CITAR	15,034	1998-1	Escenario f	Peces	CACHEMA	7,581	1998-1
Escenario f	Peces	TIBURON DIAM	3,439	1998-1	Escenario f	Peces	RAYA AGUILA	18,484	1998-1
Escenario f	Peces	MANTA	3,361	1998-1	Escenario f	Peces	COCO	12,987	1998-1

Escenario f	Peces	RAYA BATEA	1,002	1998-1
Escenario f	Peces	RAYA AGUILA(M.peruvianus)		1998-1
Escenario f	Peces	MACHETE	4,239	1998-1
Escenario f	Peces	MOJARILLA	4,507	1998-1
Escenario f	Peces	CHERLO CALA	6,733	1998-1
Escenario f	Peces	BARRILETE	16,325	1998-1
Escenario f	Peces	GUIARRA	1,156	1998-1
Escenario f	Peces	TRAMBOLLO	2,924	1998-1
Escenario f	Peces	RAYA AGUILA(M.chiliensis)		1998-1
Escenario f	Peces	LORNA	624	1998-1
Escenario f	Peces	CORVINA	1,526	1998-1
Escenario f	Peces	CHITA	743	1998-1
Escenario f	Peces	LENGUADO C	863	1998-1
Escenario f	Peces	JERGUILLA	453	1998-1
Escenario f	Peces	AYANQUE,CACHEMA(Isopisthu		1998-1
Escenario f	Peces	OJO DE UVA	480	1998-1
Escenario f	Peces	AZUL CHIRI	15	1998-1
Escenario f	Peces	ANCHOVETA		1998-1
Escenario f	Peces	CAMOTE	442	1998-1
Escenario f	Peces	TOLLO BLANC	230	1998-1
Escenario f	Peces	BASHA, RAYA HOCI(Rhinoptera		1998-1
Escenario f	Peces	CARPA		1998-1
Escenario f	Peces	TOLLO GATO	173	1998-1
Escenario f	Peces	PERICO		1998-1
Escenario f	Peces	RAYA MARIPO	71	1998-1
Escenario f	Peces	CAZON,TIBURI	221	1998-1
Escenario f	Peces	PEJE GALLO	4	1998-1
Escenario f	Peces	TOLLO COMUN		1998-1
Escenario f	Peces	PEJE PERRO		1998-1
Escenario f	Peces	CORCOVADO	11	1998-1

Escenario d	Peces	BAGRE	134	1998-2
Escenario d	Peces	PEZ LORO	97	1998-2
Escenario d	Peces	DIABOLICO,DIAE	110	1998-2
Escenario d	Peces	AYAMARCA(C	113	1998-2
Escenario d	Peces	TOLLO		1998-2
Escenario d	Peces	ATUN ALETA MAR		1998-2
Escenario d	Peces	CHUMBO,COC	14	1998-2
Escenario d	Peces	MUCHACHITA,	10	1998-2
Escenario d	Peces	FORTUNO		1998-2
Escenario d	Peces	ESPEJO PAMPANITO		1998-2
Escenario f	Peces	CABINZA	59,777	1998-2
Escenario f	Peces	PEJERREY		1998-2
Escenario f	Peces	LISA COMUN	51,857	1998-2
Escenario f	Peces	CABRILLA	39,893	1998-2
Escenario f	Peces	JUREL	27,423	1998-2
Escenario f	Peces	DORADO,PERI	11	1998-2
Escenario f	Peces	SARDINA	1,208	1998-2
Escenario f	Peces	COJINCHA	43,350	1998-2
Escenario f	Peces	TIBURON MAR	5,988	1998-2
Escenario f	Peces	PINTADILLA	7,732	1998-2
Escenario f	Peces	CACHEMA	26,118	1998-2
Escenario f	Peces	RAYA AGUILA	21,686	1998-2
Escenario f	Peces	COCO	19,433	1998-2
Escenario f	Peces	RAYA BATEA	7,925	1998-2
Escenario f	Peces	RAYA AGUILA(M.peruvianus)		1998-2
Escenario f	Peces	MACHETE	20,890	1998-2
Escenario f	Peces	MOJARILLA	12,114	1998-2
Escenario f	Peces	CHERLO CALA	7,629	1998-2
Escenario f	Peces	BARRILETE	701	1998-2
Escenario f	Peces	GUIARRA	693	1998-2
Escenario f	Peces	TRAMBOLLO	4,442	1998-2
Escenario f	Peces	RAYA AGUILA(M.chiliensis)		1998-2

Escenario f	Peces	RAYA REDONDA		1998-1
Escenario f	Peces	BURRO,ARNILLO		1998-1
Escenario f	Peces	MERO(Epinephelus sp.)		1998-1
Escenario f	Peces	PEZ VOLADOR		1998-1
Escenario f	Peces	AGUJA,AGUJILLA		1998-1
Escenario f	Peces	PASTELILLO		1998-1
Escenario f	Peces	TIBURON ZORRO		1998-1
Escenario f	Peces	VIEJA NEGRA		1998-1
Escenario f	Peces	CONGRIO MANCHADO		1998-1
Escenario f	Peces	ANGELOTE	7	1998-1
Escenario f	Peces	CHAVELA		1998-1
Escenario f	Peces	MERO,CURACA,CHINO		1998-1
Escenario f	Peces	MERO	13	1998-1
Escenario f	Peces	MERO NEGRO(Myxoteropercas		1998-1
Escenario f	Peces	TOLLO MACHADO		1998-1
Escenario f	Peces	CHITA DORADA		1998-1
Escenario f	Peces	SAN PEDRANO		1998-1
Escenario d	Peces	CABALLA	778,035	1998-2
Escenario d	Peces	BONITO	303,629	1998-2
Escenario d	Peces	PAMPANO	125,501	1998-2
Escenario d	Peces	SIERRA	142,779	1998-2
Escenario d	Peces	BARRILETE NE	283	1998-2
Escenario d	Peces	PARDO,CITAR	2,005	1998-2
Escenario d	Peces	TIBURON DIAM	587	1998-2
Escenario d	Peces	MANTA		1998-2
Escenario d	Peces	BARBUDO	1,044	1998-2
Escenario d	Peces	PICUDA	1,582	1998-2
Escenario d	Peces	DONCELLA	1,300	1998-2
Escenario d	Peces	SUÑO,GATO 1	175	1998-2
Escenario d	Peces	CHULA,MISHO	188	1998-2
Escenario d	Peces	PEJE BLANCO	143	1998-2

Escenario f	Peces	CORVINA	5,875	1998-2
Escenario f	Peces	CHITA	1,300	1998-2
Escenario f	Peces	LENGUADO C	1,501	1998-2
Escenario f	Peces	JERGUILLA		1998-2
Escenario f	Peces	AYANQUE,CACHEMA(Isopis		1998-2
Escenario f	Peces	OJO DE UVA	842	1998-2
Escenario f	Peces	AZUL CHIRI	812	1998-2
Escenario f	Peces	ANCHOVETA		1998-2
Escenario f	Peces	CAMOTE	642	1998-2
Escenario f	Peces	TOLLO BLAN	520	1998-2
Escenario f	Peces	BASHA, RAYA HOCI(Rhinopt		1998-2
Escenario f	Peces	CARPA		1998-2
Escenario f	Peces	TOLLO GATO	526	1998-2
Escenario f	Peces	PERICO		1998-2
Escenario f	Peces	RAYA MARIF	35	1998-2
Escenario f	Peces	CAZON,TIBURON(Carcharhin		1998-2
Escenario f	Peces	PEJE GALLO	23	1998-2
Escenario f	Peces	TOLLO COMUN		1998-2
Escenario f	Peces	PEJE PERRO		1998-2
Escenario f	Peces	CORCOVADO	300	1998-2
Escenario f	Peces	RAYA REDONDA		1998-2
Escenario f	Peces	BURRO,ARNI	72	1998-2
Escenario f	Peces	MERO(Epinephelus sp.)		1998-2
Escenario f	Peces	PEZ VOLADOR		1998-2
Escenario f	Peces	AGUJA,AGUJ	144	1998-2
Escenario f	Peces	PASTELILLO	75	1998-2
Escenario f	Peces	TIBURON ZOI	98	1998-2
Escenario f	Peces	VIEJA NEGRA	53	1998-2
Escenario f	Peces	CONGRIO M/	68	1998-2
Escenario f	Peces	ANGELOTE	48	1998-2
Escenario f	Peces	CHAVELA		1998-2
Escenario f	Peces	MERO,CURA	7	1998-2
Escenario f	Peces	MERO	3	1998-2
Escenario f	Peces	MERO NEGRO(Myxoteropercas		1998-2
Escenario f	Peces	TOLLO MACHADO		1998-2
Escenario f	Peces	CHITA DORADA		1998-2
Escenario f	Peces	SAN PEDRANO		1998-2

4.3.18 Prueba estadística de Chi cuadrado (X^2) para peces 1997-1998

Interpretación

Existe una relación estadísticamente significativa entre las especies y los semestres.

- o Esto significa que el patrón de desembarques por especie varía a lo largo de los semestres, es decir, no es uniforme.
- o Algunas especies aparecen más o menos en ciertos semestres, posiblemente influenciadas por condiciones ambientales.

Las diferencias podrían deberse a:

- o Cambios en la temperatura superficial del mar (TSM).
- o Influencia de eventos oceanográficos como El Niño (escenario cálido) o La Niña (escenario frío).
- o Ciclos reproductivos, disponibilidad de alimento o migraciones estacionales.

Especies que destacan en escenarios cálidos:

- o En 1998-1 y 1998-2 (períodos con influencia de El Niño), hubo un aumento considerable en el desembarque de especies como:
 - ☐ Caballa (778,035 kg),
 - ☐ Bonito (379,675 y 303,629 kg),
 - ☐ Pámpano y Sierra también mostraron incrementos marcados.

Escenario frío:

- o La distribución es más dispersa y menos concentrada en pocas especies.
- o Aparecen especies como Cabinza, pejerrey, lisa común, tiburón martillo, entre otras.

Conclusiones

- El análisis confirma que las especies no se distribuyen homogéneamente entre los semestres, y hay una clara influencia del escenario térmico temporal.
- Este tipo de información es clave para la gestión pesquera, ya que permite:
 - o Ajustar las temporadas de pesca,
 - o Priorizar especies según su estacionalidad,
 - o Comprender los efectos del cambio climático sobre las pesquerías.

En el siguiente cuadro se puede observar si existe alguna asociación estadísticamente significativa entre las especies de invertebrados y los semestres (periodos de tiempo) en las que fueron desembarcadas, considerando dos escenarios térmicos: cálido y frío, durante los años 1997–1998.

Tabla 27. Asociación entre las especies de invertebrados y los semestres considerando los escenarios térmicos cálido y frío, en 1997–1998

Escen	Grupo	especie	Desembarq	Semes
Escenario	Invertebrados	CONCHA ABANICO	48,232	1997-1
Escenario	Invertebrados	CONCHA BLANCA		1997-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO PELUDO	175,200	1997-1
Escenario	Invertebrados	CAMARON TITI		1997-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO	252	1997-1
Escenario	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)	333,714	1997-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO CANCER	113,941	1997-1
Escenario	Invertebrados	MEJILLON	33,489	1997-1
Escenario	Invertebrados	JAIVA	69,812	1997-1
Escenario	Invertebrados	ERIZO	18,282	1997-1
Escenario	Invertebrados	CHANQUE	34,638	1997-1
Escenario	Invertebrados	NAVAJA	21,382	1997-1
Escenario	Invertebrados	LAPA	20,735	1997-1
Escenario	Invertebrados	BABOSA	921	1997-1
Escenario	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donacium)	137	1997-1
Escenario	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura echine	27	1997-1
Escenario	Invertebrados	CONCHA ABANICO	563,379	1997-2
Escenario	Invertebrados	CONCHA BLANCA	941	1997-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO PELUDO		1997-2
Escenario	Invertebrados	CAMARON TITI		1997-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO		1997-2
Escenario	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)	396,488	1997-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO CANCER	120,761	1997-2
Escenario	Invertebrados	MEJILLON	34,118	1997-2
Escenario	Invertebrados	JAIVA	18,602	1997-2
Escenario	Invertebrados	ERIZO	89,203	1997-2
Escenario	Invertebrados	CHANQUE	35,176	1997-2
Escenario	Invertebrados	NAVAJA	18,176	1997-2
Escenario	Invertebrados	LAPA	17,330	1997-2
Escenario	Invertebrados	BABOSA	525	1997-2
Escenario	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donacium)	93	1997-2
Escenario	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura echineta)		1997-2
Escenario	Invertebrados	CONCHA ABANICO	4,182,449	1998-1
Escenario	Invertebrados	CONCHA BLANCA	941	1997-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO PELUDO		1997-2
Escenario	Invertebrados	CAMARON TITI		1997-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO		1997-2
Escenario	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)	396,488	1997-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO CANCER	120,761	1997-2
Escenario	Invertebrados	MEJILLON	34,118	1997-2
Escenario	Invertebrados	JAIVA	18,602	1997-2
Escenario	Invertebrados	ERIZO	89,203	1997-2
Escenario	Invertebrados	CHANQUE	35,176	1997-2
Escenario	Invertebrados	NAVAJA	18,176	1997-2
Escenario	Invertebrados	LAPA	17,330	1997-2
Escenario	Invertebrados	BABOSA	525	1997-2
Escenario	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donacium)	93	1997-2
Escenario	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura echineta)		1997-2
Escenario	Invertebrados	CONCHA ABANICO	4,182,449	1998-1
Escenario	Invertebrados	CONCHA BLANCA	4,551	1998-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO PELUDO	50,155	1998-1
Escenario	Invertebrados	CAMARON TITI		1998-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO	250	1998-1
Escenario	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)		1998-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO CANCER		1998-1
Escenario	Invertebrados	MEJILLON	34,237	1998-1
Escenario	Invertebrados	JAIVA	411	1998-1
Escenario	Invertebrados	ERIZO	337	1998-1
Escenario	Invertebrados	CHANQUE	1,595	1998-1
Escenario	Invertebrados	NAVAJA	4,499	1998-1
Escenario	Invertebrados	LAPA	847	1998-1
Escenario	Invertebrados	BABOSA		1998-1
Escenario	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donacium)		1998-1
Escenario	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura echineta)		1998-1
Escenario	Invertebrados	CONCHA ABANICO	17,870,555	1998-2
Escenario	Invertebrados	CONCHA BLANCA	99,086	1998-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO PELUDO	31,923	1998-2
Escenario	Invertebrados	CAMARON TITI	11,806	1998-2

Escenario	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO	250	1998-1
Escenario	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)		1998-1
Escenario	Invertebrados	CANGREJO CANCER		1998-1
Escenario	Invertebrados	MEJILLON	34,237	1998-1
Escenario	Invertebrados	JAIVA	411	1998-1
Escenario	Invertebrados	ERIZO	337	1998-1
Escenario	Invertebrados	CHANQUE	1,595	1998-1
Escenario	Invertebrados	NAVAJA	4,499	1998-1
Escenario	Invertebrados	LAPA	847	1998-1
Escenario	Invertebrados	BABOSA		1998-1
Escenario	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donacium)		1998-1
Escenario	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura echinata)		1998-1
Escenario	Invertebrados	CONCHA ABANICO	17,870,555	1998-2
Escenario	Invertebrados	CONCHA BLANCA	99,086	1998-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO PELUDO	31,923	1998-2
Escenario	Invertebrados	CAMARON TITI	11,806	1998-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO VIOLACEO	3,655	1998-2
Escenario	Invertebrados	CARACOL(THAIS CHOCOLATA)		1998-2
Escenario	Invertebrados	CANGREJO CANCER		1998-2
Escenario	Invertebrados	MEJILLON	12,908	1998-2
Escenario	Invertebrados	JAIVA	23,952	1998-2
Escenario	Invertebrados	ERIZO	3,543	1998-2
Escenario	Invertebrados	CHANQUE	67	1998-2
Escenario	Invertebrados	NAVAJA	11,147	1998-2
Escenario	Invertebrados	LAPA	2,469	1998-2
Escenario	Invertebrados	BABOSA	106	1998-2
Escenario	Invertebrados	MACHA(Mesodesma donacium)		1998-2
Escenario	Invertebrados	BARQUILLO (Acanthopleura echinata)		1998-2

Tabla 28. Prueba estadística del Chi cuadrado (χ^2) para invertebrados en 1997-1998

Suma de Desembarques Etiquetas de columna					
Etiquetas de fila	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	Total general
Escenario calido	223684	6E+05	4E+06	2E+07	23042434
Escenario frio	647078	7E+05	41926	54192	1473668
Total general	870762	1E+06	4E+06	2E+07	2.5E+07
Suma de Desembarques Etiquetas de columna					
Etiquetas de fila	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	Total general
Escenario calido	223684	6E+05	4E+06	2E+07	23042434
Escenario frio	647078	7E+05	41926	54192	1473668
Total general	870762	1E+06	4E+06	2E+07	24516102
Suma de Desembarques Etiquetas de columna					
Etiquetas de fila	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	Total general
Escenario calido	0.256883052	0.436	0.99	0.997	0.93989
Escenario frio	0.743116948	0.564	0.01	0.003	0.06011
Total general	1	1	1	1	1
Esperado					
Etiquetas de fila	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	Total general
Escenario calido	818420.3	1216962	4022100	16984952	23042434
Escenario frio	52341.69	77830.22	257231.5	1086265	1473668
Total general	870762	1294792	4279331	18071217	24516102
Etiquetas de fila					
Escenario calido	432187.8	350003.8	11525.44	62712.8	
Escenario frio	6757736	5472698	180213	980584.2	
Total general					1E+07
gl (r-1)(c-1)					
p	3	0.05	5%		
X2					
	0.351846				
Decisión					
NO SE ACEPTA HIPOTESIS NULA					
Conclusión					
Existe asociacion entre las especies y los semestres					

4.3.19. Prueba estadística del Chi cuadrado (X^2) para invertebrados en 1997-1998

Interpretación

Datos clave de la prueba de Chi-cuadrado (X^2)

- Gl (grados de libertad): 3
- Nivel de significancia (α): 0.05
- Valor de la estadística de Chi-cuadrado (X^2): 0.351846318
- Decisión: NO se acepta la hipótesis nula
- Conclusión: Existe asociación entre las especies y los semestres

Aunque el valor de X^2 parece bajo (0.35), la decisión fue rechazar la hipótesis nula, indica que sí existe una asociación estadísticamente significativa entre las especies de invertebrados y los semestres en los que fueron desembarcadas.

Variación temporal:

- Especies como la concha de abanico muestran un aumento drástico en desembarques en los semestres más cálidos (especialmente 1998-2 con más de 17 millones de kg).
- Por el contrario, muchas especies de escenario frío (como caracol, jaiva, macha, barquillo) presentan desembarques en volúmenes mucho menores o incluso ausencias en algunos semestres.

Asociación entre especie y semestre:

- Este patrón de presencias-ausencias o incrementos-desplomes por semestre indica que algunas especies responden claramente a condiciones temporales particulares, probablemente asociadas a factores oceanográficos como El Niño 1997-1998.
- La concha de abanico, por ejemplo, es altamente favorecida por condiciones cálidas y su crecimiento/desembarque se dispara en esos periodos.

En contraste, especies como el erizo, la jaiva o el cangrejo tienen más presencia o estabilidad en los escenarios fríos (1997-1 y 1997-2), y su abundancia disminuye en los semestres cálidos extremos de 1998.

Importancia de estos resultados:

- Los patrones de desembarque no son aleatorios: las especies están fuertemente influenciadas por las condiciones oceanográficas de cada semestre.
- Esto sugiere que los manejos pesqueros deben considerar periodos térmicos y condiciones ambientales al planificar estrategias de explotación y conservación.

Conclusión

La prueba de Chi-cuadrado (X^2) muestra que existe una asociación estadísticamente significativa entre los semestres y las especies de invertebrados desembarcadas, lo que significa que los patrones de presencia y abundancia no son aleatorios, sino que están relacionados con el tiempo y, probablemente, con la variabilidad ambiental asociada a eventos como El Niño.

Tabla 29. Desembarque total (kg) por escenario térmico y semestre en 1997–1998

Escenario térmico	1997-1	1997-2	1998-1	1998-2	Total
Cálido	31,403	372,029	892,031	1,357,729	2,653,192
Frío	951,526	545,751	277,984	375,456	2,150,717
Total	982,929	917,780	1,170,015	1,733,185	4,803,909

4.3.20 Desembarque total (kg) por escenario térmico y semestre en 1997–1998

Interpretación:

Tendencias temporales dentro de cada escenario:

Escenario cálido:

- Presenta un incremento progresivo y marcado en los desembarques desde 1997-1 (31 mil) hasta 1998-2 (1.35 millones).
- El crecimiento más fuerte ocurre a partir de 1998, en pleno impacto del evento El Niño.
- Explicación posible: Algunas especies termófilas (e.g., concha de abanico) se vieron fuertemente favorecidas por las condiciones cálidas.

Escenario frío:

- Muestra un patrón opuesto: empieza con un valor alto en 1997-1 (951 mil) y decrece hacia 1998-2 (375 mil).
- Se observa una caída sostenida, probablemente asociada a la afectación de especies adaptadas a aguas frías por el calentamiento.

Comparación entre escenarios térmicos

- En 1997-1 y 1997-2, los desembarques bajo el escenario frío son mucho mayores que en el cálido.
- En 1998-1 y 1998-2, esto se invierte, y los desembarques en el escenario cálido superan ampliamente a los del escenario frío.
- Esto sugiere una transición ecosistémica, con un cambio en la composición o biomasa de las especies debido a condiciones ambientales.

Participación en el total general (4,803,909 kg)

- Escenario cálido: 55.25% del total (2,653,192 kg)
- Escenario frío: 44.75% del total (2,150,717 kg)

Aunque los primeros semestres están dominados por el escenario frío, el evento cálido de 1998 invierte esta relación, provocando un gran aumento en la biomasa desembarcada bajo condiciones cálidas.

Conclusión general

- Existe un cambio claro en la dominancia entre escenarios térmicos, vinculado a los efectos del evento El Niño 1997-1998.
- Las condiciones cálidas favorecieron especies con altas tasas de producción y biomasa, generando un pico sin precedentes en 1998-2.
- Este análisis refuerza los resultados de la prueba de Chi-cuadrado: los patrones de desembarque están asociados significativamente al tiempo (semestres) y condiciones térmicas (escenarios).

CONCLUSIONES

- Durante 1997-1 se registraron valores altos y constantes de la temperatura superficial del mar con promedio semestral de 23.37°C, denotando un calentamiento inicial del mar. En 1997-2 hubo una ligera disminución de la temperatura con promedio semestral de 22.20°C, valor que aún estuvo por encima del promedio histórico. En el período 1998-1 se examinaron las temperaturas más elevadas con un promedio semestral de 23.81°C coincidiendo con la cúspide del evento El Niño. En 1998-2 se produjo un descenso brusco de la temperatura con promedio semestral de 19.45°C indicando un escenario post-El Niño con el consiguiente retorno hacia condiciones frías del mar.
- En 1997-1, ante una moderada presencia de Aguas Subtropicales Superficiales ASS, la salinidad varió de 34.9 ups (marzo de 1997-1) a 35.43 ups (noviembre de 1997-2, Niño Extraordinario) y continuó incrementándose a 35.5 (febrero de 1998-1) como resultado de un mayor impacto de las ASS con temperaturas de 22.4 a 27.4°C.
- El oxígeno varió de 1.62 a 6.73 ml/L (marzo 1997-1), pero durante junio los valores fueron mayores a 1.5 ml/L sobre los 100 m de profundidad, lo que indicó presencia de condiciones anómalas debido al evento El Niño relacionadas con la incursión de la ESCC. En agosto, la gradiente térmica desaparece y se presentan las aguas más homogéneas con valores de oxígeno que varían de 4 a 5 ml/L en el área de Pisco y Paracas. En octubre el Evento El Niño 1997 mantiene características anormales en la zona, esto quiere decir que no se manifiesta el gran frente térmico ocasionado por las aguas procedentes del sur de la isla San Gallan tampoco, se manifiestan los valores bajos de oxígeno como efecto del común afloramiento en el sur. En la zona de Lagunillas - Isla Independencia, las concentraciones de oxígeno predominantes fueron de 4 y 5 ml/L. Durante noviembre en la superficie del mar se obtuvieron valores de oxígeno disuelto entre 2,94 y 6,44 ml/L. En conclusión, durante febrero de 1998 El Niño 1997-1998 se encontraba en pleno desarrollo.
- Durante los años 1997 y 1998, en un “escenario cálido” se observó un gran aumento en los volúmenes de desembarque (kg) de peces, mayormente durante 1998. Este incremento, coincide con el aumento de la temperatura superficial del mar (TSM), lo que indica que las aguas más cálidas favorecieron a ciertas especies del ambiente pelágico como la caballa, el bonito, el pámpano y la sierra.

- Según la prueba de Kruskal Wallis, existen diferencias estadísticamente significativas en los desembarques (Kg) de peces entre al menos uno de los semestres considerados. Es decir, la variación temporal de los desembarques en escenario cálido no es aleatoria, y algunos periodos presentan mayor abundancia relativa que otros.
- El análisis revela que el escenario cálido produjo cambios significativos en los patrones de desembarque de peces, favoreciendo claramente a especies pelágicas como caballa y bonito, especialmente durante el clímax del evento El Niño 1998-2. Este comportamiento es clave para comprender la resiliencia o vulnerabilidad específica de las especies frente a anomalías térmicas, lo cual tiene implicancias para la gestión pesquera y la predicción de capturas futuras bajo escenarios de cambio climático.
- Durante los años 1997 y 1998, en un “escenario frío” se observó una alta diversidad de peces, pero fueron pocas las especies costeras, cuyos volúmenes totales tuvieron la mayor representatividad como la “cabinza”, con un total de 622,343 kg, representando el 28.9% del total. Esta especie mostró un comportamiento de desembarque inestable: tuvo un pico muy alto en el primer semestre de 1997-1 (484,706 kg), una fuerte caída en 1998-1 (16,725 kg), y una leve recuperación en 1998-2 (59,777 kg). El “pejerrey” ocupó el segundo lugar con 181,707 kg (8.4%). Su actividad se concentró en 1997, ya que no hay registros para 1998.
- En el “escenario cálido”, las especies de invertebrados marinos más favorecidas fueron aquellas asociadas a ambientes de mayor temperatura y productividad, como la “concha de abanico”, que mostró un crecimiento extraordinario, pasando de 48 mil kg en el primer semestre de 1997-1 a más de 17 millones de kg en el segundo semestre de 1998-2.
- En contraste, en el “escenario frío”, especies típicas de aguas templadas o frías como el “caracol” (*Thais chocolata*), el “cangrejo” (*Cancer setosus*) y el “mejillón” (*Glycimeris ovata*) mostraron altos desembarques en 1997 pero descendieron significativamente o desaparecieron en 1998. Algo similar ocurrió con especies como la “jaiva” (*Cancer porteri*), el “chanque” (*Concholepas concholepas*), el “erizo” (*Loxechinus albus*) y la “lapa” (*Fissurella* sp.) que disminuyeron en sus desembarques a medida que aumentaba la temperatura del mar.

- El Kruskal-Wallis confirma diferencias significativas en los desembarques entre los semestres. El pico de extracción se concentra en 1997, y hay un colapso relativo en 1998, especialmente visible en la mediana y el IQR. Esto sugiere una fuerte relación entre las condiciones oceanográficas (TSM, ICEN, ATSM) y la biología/abundancia de las especies de invertebrados.
- Los resultados sugieren que las condiciones oceanográficas frías de 1998 (como el evento La Niña) impactaron fuertemente en los desembarques de invertebrados, especialmente en el segundo semestre. Esto se ve reflejado en la disminución abrupta en los rangos y desembarques.
- El análisis del Chi cuadrado (X^2) confirma que las especies no se distribuyen homogéneamente entre los semestres, y hay una clara influencia del escenario térmico temporal. Este tipo de información es clave para la gestión pesquera, ya que permite: ajustar las temporadas de pesca, priorizar especies según su estacionalidad, comprender los efectos del cambio climático sobre las pesquerías.
- La prueba de Chi-cuadrado (X^2) muestra que existe una asociación estadísticamente significativa entre los semestres y las especies de invertebrados desembarcadas, lo que significa que los patrones de presencia y abundancia no son aleatorios, sino que están relacionados con el tiempo y, probablemente, con la variabilidad ambiental asociada a eventos como El Niño.

RECOMENDACIONES

- Ante las variaciones de la temperatura, salinidad y la disminución de los niveles de oxígeno disuelto en la columna de agua, que provocan impacto en la disponibilidad de los recursos pesqueros cerca de la costa, afectando a las comunidades pesqueras artesanales, se recomienda implementar un sistema observacional periódico y de largo plazo mediante monitoreos, con el fin de conocer mejor las características de las condiciones oceanográficas en diferentes escalas de tiempo y espacio y su efecto en los principales recursos biológicos de cada zona del litoral de Pisco, cuyos resultados permitan tener capacidad de respuesta oportuna que coadyuven a mejorar la gestión pesquera, proteger los ecosistemas marinos y garantizar la seguridad alimentaria y económica de las familias que dependen de esta actividad.
- Las investigaciones a realizarse deberán ser complementadas con el apoyo de instituciones como el IMARPE que registra imágenes satelitales diarias de la Temperatura superficial del Mar, salinidad superficial del mar, vientos y clorofila “a” disponibles en el portal web de la institución, para poder establecer una mayor relación entre los desembarques artesanales y las condiciones del agua presentes en el área litoral de Pisco.
- Se recomienda que los resultados obtenidos de los monitoreos oceanográficos y biológicos estacionales deben estar registrados en una base de datos, ambiental y biológica estandarizada, accesible a los usuarios que los necesiten para los fines pertinentes.
- Motivar a que más jóvenes o profesionales se interesen en realizar estudios de análisis integrados y multidisciplinarios retrospectivos de datos y procesos físicos-químicos y biológicos, como aspectos clave en el entendimiento de la variabilidad ambiental y la incidencia en la pesca artesanal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. Alburqueque, *et al.*, (2008). “Estimación de la Temperatura Superficial del Mar Peruano usando imágenes AVHRR y MODIS en el infrarrojo térmico”. Recuperado de: <http://labetel.fisica.unmsm.edu.pe/docs/Articulo%205%20%20Temperatura%20del%20mar%20con%20MODISLABTEL140810%20-%20RIF2010.pdf>.
- [2] P. Amaya, “Consecuencias de la variabilidad climática en la sostenibilidad de los recursos pesqueros de 1990-2010 en la Región La Libertad” (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú, 2012.
- [3] C. Estrella y Renato Guevara-Carrasco, “Informe estadístico anual de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante 1997”. Con apoyo del Programa de Cooperación Técnica para la Pesca CEE-VECEP ALA 92/43. *Inf. Inst. Mar Perú N°132, Callao, Perú, MARZO 1998* pp.1- 420.
- [4] C. Estrella *et al.*, “Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante el primer semestre de 1998”. Con apoyo del Programa de Cooperación Técnica para la Pesca CEE-VECEP ALA 92/43. *Inf. Inst. Mar Perú N°139, Callao, Perú Octubre, 1998*, pp. 1-229.
- [5] Guevara-Carrasco, R.; C. Estrella y J. Zeballos. 1991. Crecimiento del pejerrey *Odontesthes regia regia* (Atherinidae) entre 1979-1989 en el litoral peruano. Resúmenes del III Seminario Latinoamericano de pesca artesanal y III Reunión Desarrollo Costero Integrado. 98 pp.
- [6] C. Estrella *et al.*, “Informe estadístico de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante el segundo semestre de 1998”. Con apoyo del Programa de Cooperación Técnica para la Pesca CEE-VECEP ALA 92/43. *Inf. Inst. Mar Perú N°143, Callao, Perú, Febrero 1999*, pp. 1-226.
- [7] D. Torres y R. Tello, “Influencia de la variabilidad ambiental y el esfuerzo de pesca sobre los principales recursos pesqueros frente al litoral de Lambayeque durante el periodo 1991 – 2015”. *Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo” Escuela de Postgrado, Lambayeque, Perú, 2018*, pp: 102.
- [8] F. Cárdenas *et al.*, “Monitoreo bio-oceanográfico pesquero en el litoral sur del Perú”. *Inf. Inst. Mar Perú. 39 (1-2): 120 -129. Enero – junio 2012*.
- [9] E. Galarza y J. Kámiche, “Pesca artesanal: Oportunidades para el desarrollo regional”. Universidad del Pacífico, Lima-Perú, 2015, pp.120. Recuperado de <http://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1013/DI3.pdf?sequence=5>
- [10] G. Sánchez *et al.*, “Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente Marino del Perú” *Informe de Consultoría: Convenio IMARPE – CPPS CALLAO, Diciembre 2010. Programa CONPACSE III. Grupo Nacional de Trabajo sobre Vigilancia y Control de*

la Contaminación Marina en el Perú – CONPACSE. Comisión Multisectorial del Plan de Acción para la Protección del Medio Ambiente y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste, pp.175.

- [11] M. Graco *et al.*, Implicancias para los Recursos Costeros y su Manejo. “*Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú*”. Rev. Perú. biol. v. 14 n.1 ago. 2007. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ciencias Biológicas.
- [12] G. Arredondo, “Aumento de la temperatura del mar: causas, efectos y prevención”. Revista de Marina Año CXXXVIII, Volumen 141, Número 998. Chile, 14 de feb. de 2023.
- [13] INFORMES DE LA UNESCO SOBRE CIENCIAS DEL MAR 19, “Mareas Rojas en el Plancton del Pacífico Oriental”. Informe del Segundo Taller del Programa de Plancton del Pacífico Oriental. Instituto del Mar, Callao, Perú 19-20 de noviembre de 1981. UNESCO 1982, División de Ciencias del Mar Unesco 7, place de Fontenoy 75700 Paris, France, Oficinal Regional de Ciencia y Tecnología de la Unesco para América Latina y el Caribe, Casilla de Correo 859, Montevideo, Uruguay, pp. 47.
- [14] J. Acuña *et al.*, “Parámetros físico-químicos en aguas costeras de la Isla del Coco, Costa Rica (2001-2007)”. *Revista de Biología Tropical*, vol. 56, núm. 2, Universidad de Costa Rica San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica, agosto, 2008, pp. 49-56.
- [15] M. Espino, “El Niño 1997-1998: Su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros, en el Perú, 1999”. *Revista Peruana de Biología*, Vol. Extraordinario, pp. 97-109.
- [16] Roca Barreto, E. J. (2019). Variación de oxígeno disuelto y su influencia como indicador de calidad de agua en la bahía de Paracas, Pisco (2013–2015) [Tesis de maestría, UNJFSC]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3670>
repositorio.unjfsc.edu.pe
- [17] M. Jacinto, “Propuesta de un sistema de indicadores ambientales y socio económicos en la zona marino costera de Pisco-Paracas” *Tesis de Maestría en Ciencias. Universidad nacional de Ingeniería*. Sección de Posgrado y Segunda Especialización. Lima – Perú. 2014, pp: 117.
- [18] N. Calderón, “Determinación de los parámetros físico químicos del agua de mar (oxígeno, salinidad, ph, temperatura) a nivel superficial en el muelle fiscal de la bahía de Ilo.” Informe de Examen Profesional para optar el título profesional de: Ingeniero Pesquero Universidad Nacional de Moquegua Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera. Ilo-Perú 2022.
- [19] O. Morón, “Climatología de la salinidad superficial del mar frente a la costa peruana. 1960 - 2008.” *Inf. Inst. Mar Perú*. 38 (1), enero - marzo 2011, Callao, Perú, pp. 7-39.

- [20] O. Morón *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas (MOPAS 9703) Paita-Pisco-Ilo, Agosto1998.” *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°87, Lima, Perú, pp. 01- 46.
- [21] O. Morón *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas (MOPAS 9706) Paita – Chimbote - Callo-Pisco-Ilo, Junio1998.” *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°83, Lima, Perú, Junio1998, pp: 01-81.
- [22] O. Morón, *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas MOPAS PISCO 9708”. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°88, Lima, Perú, Agosto1998, pp. 01-25.
- [23] O. Morón *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas: Chimbote - Callo-Pisco-Ilo, (MOPAS 9709)”. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°99, Lima, Perú. Febrero1999, pp. 01-64.
- [24] O. Morón *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas (MOPAS 9710) Paita-Chimbote-Callao-Pisco-Ilo” *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°100, Lima, Perú, 14-16 de oct. 1997, Feb. 1999, pp. 50-66.
- [25] O. Morón *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas: Paita - Chimbote - Callo-Pisco-Ilo (MOPAS 9711), Noviembre1997.” *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°107, Lima, Perú, Agosto1999, pp. 01-71.
- [26] O. Morón *et al.*, “Monitoreo oceanográfico pesquero en áreas seleccionadas: Paita, Chimbote, Pisco e Ilo (MOPAS 9802), Septiembre1998.” *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* N°107, Lima, Perú, pp. 1- 66.
- [27] L. Ortega, “Variables ambientales y su influencia en los recursos pesqueros”: aplicaciones al manejo. Frente Marítimo, Vol. 22, 2011, pp. 329-339.
- [28] L. Pizarro, (2002). “Comportamiento oceanográfico del mar peruano”. Instituto del Mar del Perú. Recuperado de:
<http://www.oannes.org.pe/upload/201609221040571871749133.pdf>
- [29] Adriazola Cruz, R. Y. (2024). Variables físico-químicas y nutrientes del ecosistema marino costero peruano: enfoque multivariado [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio UNS. <https://repositorio.uns.edu.pe>
- [30] Chinchay Tuesta, A. R., Martínez Álvarez, L. V., & Durán Landa, I. N. (2016). Informe de monitoreo ambiental de calidad de agua de mar, sedimento marino e hidrobiológico en la bahía de Paracas (4–5 noviembre 2015). Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). <https://hdl.handle.net/20.500.12788/16861library.coalicia.concytec.gob.pe+2repositorio.oefa.gob.pe+2alicia.concytec.gob.pe+2>
- [31] O. De Feo, “Enfoque ecosistémico pesquero: Conceptos fundamentales y su aplicación en pesquerías de pequeña escala de América Latina”. FAO DOCUMENTO TÉCNICO DE PESCA Y ACUICULTURA 592, ROMA, FAO, Septiembre2015, pp: 84.

- [32] R. Calienes, PROYECTO MOPAS, “Monitoreo Oceanográfico Pesquero en Áreas Seleccionadas”. Proyecto C.E.E. / IMARPE. *Auspicio Editorial de la Comunidad Económica Europea*. Callao - Perú. *Inf. Inst. Mar Perú*, N°102. Marzo, 1992.
- [33] D. Torres y R. Tello, “Influencia de la variabilidad ambiental y el esfuerzo de pesca sobre los principales recursos pesqueros frente al litoral de Lambayeque durante el período 1991 – 2015”. Tesis. Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo. 2018, pp: 102.
- [34] S. Zuta & O. Guillén, “Oceanografía de las aguas costeras del Perú”, Departamento de Oceanografía, *Bol. Inst. Mar Perú*, Vol. 2, N°5, Junio1970, pp. 157-324.
- [35] S. Zuta y W. Urquiza, “Cartas mensuales de temperatura superficial del mar, frente a las costas de Ecuador, Perú y Chile durante el año 1969”. *Serie de informes especiales N° IM – 58*. Instituto del Mar del Perú.
- [36] S. Zuta y W. Urquiza, “Temperatura promedio de la superficie del mar frente a la costa peruana, período 1928 – 1969”. *Bol. Inst. Mar, Perú-Callao*. Vol. 2 N°8, Setiembre 1972, Chucuito, Callao, Perú, pp. 459 – 520.