

La investigación reportada en esta tesis es parte de los programas de investigación del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California).

La investigación fue financiada por el CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología).

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de lo Estados Unidos Mexicanos (México). El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo o titular de los Derechos Autor.

**Centro de Investigación Científica y de Educación
Superior de Ensenada, Baja California**



**Maestría en Ciencias
en Ecología Marina**

**Variación de las especies de peces pelágicos y demersales
capturados por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante
condiciones La Niña**

Tesis
para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
Maestro en Ciencias

Presenta:

María José Romero Ortega

Ensenada, Baja California, México
2022

Tesis defendida por
María José Romero Ortega

y aprobada por el siguiente Comité

Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Director de tesis

Dr. Omar Valencia Méndez

Dr. Enrique Gómez Treviño



Dr. Rafael Andrés Cabral Tena
Coordinador del Posgrado en Ecología Marina

Dr. Pedro Negrete Regagnon
Director de Estudios de Posgrado

Resumen de la tesis que presenta **María José Romero Ortega** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Variación de las especies de peces pelágicos y demersales capturados por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante condiciones La Niña

Resumen aprobado por:

Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Director de tesis

En San Quintín, la pesca deportiva constituye una de las actividades turísticas más importantes debido a la incorporación de capital extranjero y nacional; de manera que las investigaciones orientadas hacia la variabilidad de las especies de importancia comercial en la costa adyacente brindan un panorama general sobre el estado de los servicios ecosistémicos. En la actualidad, los eventos climatológicos y oceanográficos inducen modificaciones a gran escala en los procesos migratorios y reproductivos de las especies. Por consiguiente, se buscó evaluar los cambios que presentan las especies pelágicas y demersales con respecto a las condiciones características del evento La Niña 2020-2021. A partir de los monitoreos mensuales, se registraron las abundancias relativas y acumulativas, biomasa y frecuencias de ocurrencia de cada especie para determinar su orden de importancia, riqueza y asociaciones con la temperatura superficial del mar (TSM), surgencias y clorofila *a*. Durante el periodo de estudio se cuantificaron 1'738 ejemplares distribuidos en 29 especies (25 demersales y 4 pelágicos) con una biomasa total de 2'645.4 kg. Los peces demersales más abundantes fueron el rocot rojo respectivamente (*Sebastes miniatus*) y el pez blanco (*Caulolatilus princeps*) aportando un 25% y 13.8 % de la captura total, mientras que los pelágicos el jurel (*Seriola lalandi*) fue el más representativo en biomasa con una contribución del 25.1 %. Los CPUE (Captura Por Unidad de Esfuerzo) (\pm SE) por bote de la captura de peces demersales fue bajo en septiembre (2.5 ± 0.9) y diciembre (2.4 ± 1.8), mientras que los máximos se presentaron en marzo (19.3 ± 11.1) y mayo (11.4 ± 8.5). En contraste con las capturas de peces pelágicos, no se encontraron capturas por embarcación en los últimos meses del periodo de estudio (marzo-junio) aunque los máximos se ubicaron en septiembre (13.25 ± 3.5) y diciembre (10.5 ± 4.3). El análisis estadístico esclareció diferencias significativas (K-W, $p < 0.05$) entre las medias mensuales de las capturas por pescador y embarcación. Mediante el Índice de Shannon se estimó una riqueza media de las especies costeras, cuyo grado de asociación entre abundancias y biomasa es significativo con los eventos de surgencia y concentraciones de clorofila *a*, empero, las circunstancias denotaron una relación no significativa con la TSM.

Palabras clave: San Quintín, pesca deportiva, La Niña, peces pelágicos, peces demersales.

Abstract of the thesis presented by **María José Romero Ortega** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Marine Ecology.

Variation in the species of pelagic and demersal fish caught by the sport fishing of San Quintín, B.C. during La Niña conditions

Abstract approved by:

Dr. Jorge Adrián Rosales Casián
Thesis Director

In San Quintín, sport fishing is one of the most important tourist activities due to the incorporation of the foreign and national capital; so the investigations oriented towards the variability of the species of commercial importance on the adjacent coast provide a general panorama of the state of the ecosystem services. Currently, climatological and oceanographic events induce large-scale changes in the migratory and reproductive processes of species. Therefore, it was sought to evaluate the changes that pelagic and demersal species present concerning the characteristic conditions of the La Niña 2020-2021 event. Based on monthly monitoring, the relative and cumulative abundances, biomasses, and frequencies of occurrence of each species to determine their order of importance, richness, and associations with sea surface temperature (SST), upwelling, and chlorophyll-*a*. During the study period, 1'738 specimens distributed in 29 species (25 demersal and 4 pelagic) with a total biomass of 2'645.4 kg were quantified. The most abundant demersal fish were the red rockfish (*Sebastes miniatus*) and respectively, the whitefish (*Caulolatilus princeps*) contributing 25% and 13.8% of the total catch, while the pelagic fish, horse mackerel (*Seriola lalandi*) was the most representative in biomass with a contribution of 25.1%. CPUE (Catch Per Unit of Effort) (\pm SE) per boat of the groundfish catch was low in September (2.5 ± 0.9) and December (2.4 ± 1.8), while the maximum occurred in March (19.3 ± 11.1) and May (11.4 ± 8.5). In contrast to the catches of pelagic fish, no catches per vessel were found in the last months of the study period (March-June), although the maximums were located in September (13.25 ± 3.5) and December (10.5 ± 4.3). Statistical analysis revealed significant differences (K-W, $p < 0.05$) between the monthly means of catches per fisherman and boat. Through the Shannon Index, an average richness of coastal species was estimated, whose degree of association between abundances and biomasses is significant with upwelling events and chlorophyll-*a* concentrations, however, the circumstances denoted a non-significant relationship with SST.

Keywords: San Quintín, sportfishing, La Niña, demersal fish, pelagic fish

Dedicatoria

A todas las personas cercanas y afines a mí, familia, hermanas, amigos e inclusive compañeros de grado. Pese a la contingencia sanitaria, nunca faltaron las buenas pláticas y motivaciones grupales.

Al único ser que nunca me ha abandonado en situaciones de adversidad y me lo ha brindado todo: amor, paz, trabajo y lo más importante, salud. “Papá”, seguiré aprendiendo de cada una de tus creaciones.

Agradecimientos

Al **Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada Baja California (CICESE)** por haberme dado la oportunidad de aprender un área completamente nueva dentro del programa de Maestría en Ecología Marina.

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)** por el apoyo de la beca otorgada para continuar con mi preparación académica durante el posgrado, con número de becario 1059962.

A mi director de tesis: **Dr. Jorge Adrián Rosales Casián** por su apoyo, amabilidad, conocimiento y tiempo brindado a lo largo de cada revisión y salida de campo a San Quintín. Las experiencias vividas siempre serán recordadas.

A mis **sinodales**: Dr. Omar Valencia Méndez y Dr. Enrique Gómez Treviño por la disposición y opiniones constructivas para la redacción y complementación metodológica de este trabajo.

A mis amigos Óscar, Iskra y Maribel por las reuniones, canciones entonadas, y atenciones dedicadas tanto en Ensenada como a la distancia. Habremos tenido deberes por cumplir, pero las risas no faltaron.

Al hombre que se convirtió en mi familia, gracias por motivarme y estar conmigo en la etapa más difícil de mi desarrollo personal y profesional. Will, aún nos faltan bastantes logros por recibir y este escrito, refleja el esfuerzo de ambos.

A mis especialistas el Dr. René A. Hernández Morales y la Dra. Soledad Herrera Flores, quienes durante los últimos meses de maestría cuidaron y preservaron mi bienestar físico y mental. Sin su ayuda, este trabajo no habría sido un éxito.

Finalmente y no menos importante, los culpables de haberme incitado a irme de mi hogar y perseguir mis sueños hasta el otro lado del país, el océano y los bellos atardeceres del Pacífico norte quedarán plasmados en mi memoria.

Tabla de contenido

	Página
Resumen en español.....	ii
Resumen en inglés.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	v
Lista de figuras.....	viii
Lista de tablas.....	ix
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Justificación.....	5
1.3 Hipótesis.....	6
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
Capítulo 2. Metodología.....	8
2.1 Sitio de estudio.....	8
2.2 Identificación de las especies capturadas.....	9
2.3 Abundancia, importancia y dominancia de las especies.....	10
2.4 Monitoreo de la temperatura superficial, clorofila <i>a</i> y surgencias.....	12
Capítulo 3. Resultados.....	14
3.1 Anomalías de la TSM.....	14
3.1.1 Índice Oceánico de El Niño.....	14
3.1.2 Índice de surgencia y Temperatura (°C).....	14
3.1.3 Temperatura (°C) y Clorofila <i>a</i>	15
3.2 Clorofila <i>a</i> e índice de surgencias.....	16
3.3 Composición de la Ictiofauna.....	17
3.3.1 Listado taxonómico.....	17
3.3.2 Abundancia y biomasa promedio de las capturas mensuales.....	20
3.3.3 Abundancia y biomasa de las especies pelágicas y demersales.....	23
3.4 Índices de importancia.....	25

3.4.1	Índice de Shannon y Olmstead Tukey	27
3.5	Relación de la abundancia y biomasa con la TSM, IS y Concentración de Clorofila <i>a</i>	29
Capítulo 4. Discusión.....		32
4.1	Temperatura (°C), eventos de surgencia y clorofila <i>a</i>	32
4.2	Composición de la Ictiofauna	34
4.3	Abundancias y biomasas	34
4.4	Importancia de las especies	36
4.4.1	Diversidad y dominancia	37
4.5	Correlación de las abundancias y biomasas con la TSM, surgencias y chl <i>a</i>	37
Capítulo 5. Conclusiones		39
Literatura citada		41

Lista de figuras

Figura	Página
1. Ubicación geográfica de San Quintín, B.C. con los principales sitios de pesca en la zona costera (Arista-Palacios, 2018). Los puntos se recopilaron a través de investigaciones realizadas por Rosales-Casián con base a la información de los capitanes del área	8
2. Índice Oceánico de El Niño (ONI) basado en una media trimestral correspondiente a las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) de la región Niño 3.4 desde julio del 2020 hasta junio 2021	14
3. Promedio mensual (\pm SE) de la temperatura superficial del mar (Línea continua) e Índice de surgencia (Línea punteada) en la zona costera de San Quintín, B.C. de julio 2020-junio 2021.	15
4. Promedio mensual (\pm SE) de la temperatura superficial del mar (Línea continua) y clorofila <i>a</i> (Línea punteada) en la zona costera de San Quintín, B.C. de julio 2020-junio 2021	16
5. Promedio mensual (\pm SE) de la concentración de clorofila <i>a</i> (Línea continua) e Índice de surgencia (Línea punteada) en la zona costera de San Quintín, B.C. de julio 2020-junio 2021.....	17
6. Valores de abundancia (Línea continua) y biomasa (Línea punteada) promedio (\pm SE) de la pesca deportiva en la zona costera de San Quintín, B.C.....	21
7. Captura promedio por bote (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021	21
8. Captura promedio por pescador (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021.....	22
9. Biomasa promedio por bote (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021	22
10. Biomasa promedio por pescador (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021.....	23
11. Composición total de las especies pelágicas y demersales capturados por la pesca deportiva en el área costera de San Quintín, B.C. durante 2020-2021. Donde (a) corresponde a las abundancias (N° de peces) y (b) a la biomasa total (Kg) obtenida.....	24
12. Promedio del Índice de diversidad de las especies de peces (Shannon-Weiner) durante los meses del evento La Niña	28
13. Representación gráfica por cuadrantes a través de la prueba de Olmstead Tukey para la categorización de las especies pelágicas y demersales en el área costera de San Quintín. Las líneas continuas que cruzan el esquema corresponden a la media de cada eje	29

Lista de tablas

Tabla	Página
1 Lista sistemática de la ictiofauna capturada por la pesca deportiva en el área costera de San Quintín, B.C. entre 2020–2021. Clasificación taxonómica propuesta por Nelson et al. (2016) y con modificaciones del catálogo de peces de Eschmeyer (2022)	18
2 Composición de las especies capturadas por abundancia numérica, relativa (%), acumulativa (%) y frecuencia de ocurrencia en la zona costera de San Quintín, B.C. de 2020-2021	19
3 Biomasa total (Kg), biomasa relativa (%) y biomasa acumulativa (%) de las especies capturadas por la pesca deportiva en la zona costera de San Quintín, B.C. de 2020-2021	20
4 Importancia de las especies de peces pelágicas y demersales de acuerdo con el Índice de Importancia de la Comunidad (ICI)	26
5 Importancia de las especies de peces pelágicos y demersales de acuerdo al Índice de Importancia Relativa (IRI)	27
6 Correlación de Spearman (ρ) entre la abundancia y biomasa (kg) capturada por bote y pescador con respecto a la TSM ($^{\circ}\text{C}$), Índice de Surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y Clorofila <i>a</i> (mg/m^3)	30
7 Correlación de Spearman (ρ) entre la abundancia y biomasa (kg) capturada de las especies de peces pelágicos por bote y pescador con respecto a la TSM ($^{\circ}\text{C}$), Índice de Surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y Clorofila <i>a</i> (mg/m^3).	30
8 Correlación de Spearman (ρ) entre la abundancia y biomasa (kg) capturada de las especies de peces demersales por bote y pescador con respecto a la TSM ($^{\circ}\text{C}$), Índice de Surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y Clorofila <i>a</i> (mg/m^3)	31

Capítulo 1. Introducción

La pesca a nivel internacional suscita un trabajo exhaustivo en este sector debido a la exportación de recursos económicos que dan hincapié a tratados comerciales entre naciones. Dicha actividad conlleva un beneficio de pertinencia social a la población mediante el pago de servicios partiendo desde los permisos de pesca de acuerdo con la normativa NOM-017-PESC-1994 (BIGFISH, 2021; DOF, 2013) hasta la renta de embarcaciones y hospedaje (INAFED, 2021). A diferencia de la pesca artesanal e industrial (cuyas escalas de trabajo y perspectiva monetaria es opuesta), la pesca deportiva-recreacional se realiza con fines competitivos y de relajación a través del aprovechamiento sustentable de diversas especies comerciales en cuerpos de agua internos como lagunas, ríos, estuarios, y externos como el mar (DOF, 2013).

Independientemente del tipo de pesca, el impacto en las comunidades de peces se ve reflejado en pérdidas de ejemplares en masa y dentro de la red trófica, de manera que la variabilidad de las especies pelágicas y demersales ha disminuido con el paso de los años por las actividades antropogénicas (Mancera-Pineda et al., 2013). México ha sido catalogado como una de las potencias productivas más grandes de Latinoamérica en la exportación de recursos pesqueros (INEGI, 2019). Con base en informes de SAGARPA (2013), de los ocho estados pesqueros del Pacífico mexicano la península de Baja California ocupa la cuarta posición al contribuir con 27.5 % de la producción pesquera de México así como también una alta demanda por el atractivo turístico de la pesca deportiva tanto para turistas nacionales como extranjeros (Von Borstel et al., 2019) y que invierten más de 2,000 millones de dólares anuales (Arista-Palacios, 2018) apoyando al ingreso semanal-mensual de las familias mexicanas. No obstante, pese a la contingencia sanitaria registrada a partir del 2020 por el COVID-19 la pesca deportiva se detuvo temporalmente, provocando pérdidas en un 70 % (SEST, 2021). Tras la reactivación de esta actividad, el gobierno mexicano ha recuperado una tercera parte de las pérdidas hacia el sector turístico durante la pandemia (DOF, 2013).

Las costas del noroeste de Baja California son vastas en especies pelágicas y demersales cuyo dinamismo está enlazado a los cambios de las condiciones estacionales, como en el verano donde se presenta una notoria permanencia de especies pelágicas (Bellquist y Semmens, 2016) mientras que en invierno y primavera prevalecen especies de agua fría y demersales, siendo los rocots uno de los grupos más representativos (Dotson y Charter, 2003). La influencia de la Corriente de California (CC) y sistemas oceánicos promueven un incremento a lo largo del año en la pesca deportiva orientada a las especies de fondo (demersales) (The PEW, 2013; Weber et al., 2021). De los seis municipios de la región, San Quintín posee una reputación invaluable por sus características oceanográficas (Álvarez-Borrego, 1976) que le

confieren una alta productividad; si bien, los procesos de la mesoescala como el “Frente de Ensenada”, eventos climatológicos interanuales con variaciones en la temperatura superficial (Álvarez Borrego, 2004), surgencias permanentes y arrecifes volcánicos junto con el sistema de vientos y puntas costeras favorecen una fertilización constante dentro y fuera de la bahía (Cervantes-Duarte et al., 2010; Rosales-Casián, 2004). Además, el ENSO (El Niño Southern Oscillation) constituye un patrón climático cíclico no periódico debido a que sus dos fases: Cálida (El Niño) y Fría (La Niña), no presentan una frecuencia regular (CIIFEN, 2021). Las etapas de ENSO afectan la productividad oceánica durante una fase cálida, presentando una caída de presión atmosférica sobre el Pacífico oriental ecuatorial induciendo un debilitamiento de los vientos alisios y en ocasiones, una inversión de estos impulsando las aguas cálidas hacia el este (NOAA, 2022; Park et al., 2011). Debajo de la superficie del mar, el movimiento hacia el este de la “piscina cálida” profundiza la termoclina, es decir, el nivel que separa las aguas superficiales cálidas de las más profundas (NASA, 2022). Por consiguiente, dicha piscina profunda reduce la afluencia de nutrientes hacia la superficie provocando una reducción en la concentración de clorofila *a* en la superficie del mar (Espinosa-Carreón et al., 2012). Por su parte, la fase fría trae consigo afloramientos intensos que coinciden con altas concentraciones fitoplanctónicas, pero bajas tasas de abundancia y frecuencias de captura de peces por las bajas temperaturas superficiales del mar (TSM) que se presentan en la parte superficial de la columna de agua como en el fondo (Yáñez et al., 1995).

La cuantificación de la biomasa fitoplanctónica (clorofila) y su distribución son pieza clave para entender la base del ecosistema marino por la producción de oxígeno, indispensable para los procesos de intercambio de gases entre el océano y la atmósfera, además de su influencia en la trama trófica (Shulenberger y Reid, 1981). Generalmente el fitoplancton es más abundante en la zona costera debido a la afluencia de nutrientes por ríos, el acarreo de partículas nutritivas por el viento y la disponibilidad de estos por el bombeo de Ekman en el proceso de surgencias (NASA, 2022). No obstante, la variación del fitoplancton es distinta para cada región al estar en función de las condiciones ambientales y oceanográficas (Thomas et al., 1994). La migración temporal y/o permanente de la fauna marina se encuentra asociada a factores tróficos y reproductivos de algunas especies como la barracuda que se alimentan de peces que habitan en zonas cercanas a la costa (cuya única fuente de alimento son organismos planctónicos) y a quienes se les relaciona con las altas concentraciones de fitoplancton, razón por la cual su indicador es la concentración de su clorofila (Lambert et al., 1999).

La pesca deportiva en San Quintín se realiza principalmente en la costa y ocasionalmente en la entrada de la bahía, y los capitanes y turistas enfocan la búsqueda de las especies pelágicas y demersales de mayor tamaño y peso; el área de pesca puede alcanzar las 40 millas náuticas (74 km) fuera de la costa, y teniendo

como límite norte a Punta Colonet (70 km), y límite sur hasta Punta San Antonio e Isla San Gerónimo (70 km) en la Bahía de El Rosario (MEXIFISH, 2007; Rosales-Casián y Delgadillo-Hernández, 2010). La salida y arribo de los botes se ubica en la rampa de El Molino Viejo dentro de la Bahía de San Quintín a 300 km de la frontera con California (EUA), a 210 Km de la ciudad de Ensenada, y a 6 km por terracería desde la carretera transpeninsular (Ibarra-González, 2013). Los testimonios de pescadores extranjeros mencionan que la pesca ha permanecido intacta durante cuatro o cinco décadas atrás, siendo en el verano-otoño la época para la captura de especies pelágicas altamente apreciadas como: jurel, dorado, marlín, atún y pez espada (Rosales-Casián y Delgadillo-Hernández, 2010).

Aunque el área de San Quintín ha sido ampliamente estudiada por instituciones educativas a nivel nacional e internacional, se conoce muy poco sobre las variaciones interanuales de las abundancias de las especies de peces pelágicas y demersales en la costa sujeta a presiones costeras durante el evento de La Niña con anomalías de temperatura menores a -0.5 °C. A mediados del 2020, la NOAA registró a partir de agosto valores negativos correspondientes a dicho evento para dar fin en mayo del 2021, no obstante, se pronosticaba que La Niña se intensificara hasta -1.5 °C para inicios de 2022 (NOAA, 2022). Se sabe que la biomasa fitoplanctónica requiere de una alta concentración de nutrientes (Silicatos, Fosfatos, Nitratos, etc.) y radiación solar para incrementar la productividad primaria en el área, por lo que el exceso de nubosidad es contraproducente (Estrada y Blasco, 1979). Sin la irradiancia el fitoplancton no puede desarrollarse adecuadamente, presentándose en menor proporción, a su vez, las larvas de peces pelágicos y demersales junto con los juveniles alcanzan el estado de inanición ante la falta de alimento en temperaturas templadas-cálidas. Por lo anterior, el objetivo principal del estudio es determinar la abundancia e importancia de las especies capturadas en la pesca deportiva en la costa de San Quintín y la posible relación de la abundancia y biomasa mensual con respecto a la temperatura superficial del agua de mar y la concentración de clorofila *a*.

1.1 Antecedentes

En Bahía de San Quintín se han realizado estudios de la flora (Aguilar-Rosas et al. 2005; Hernández-López et al., 2017), la distribución de nutrientes (Hernández-Ayón et al., 2004; Canino et al., 2017), cultivo de ostiones (García-Esquivel et al., 2004) y productividad fitoplanctónica (Millán-Núñez et al., 2004; Gracia-Escobar et al., 2015); mientras que los registros de las especies de peces pelágicos y demersales durante el evento de La Niña son pocos (Ibarra-González, 2013).

Hasta el momento, existe escasa información de las capturas realizadas por la pesca deportiva durante las últimas dos décadas en la zona marina de San Quintín. La base de todo este conocimiento parte de investigaciones realizadas por Rosales-Casián (1996) quien presentó un listado de las especies de peces en interior de la bahía y costa adyacente registrando 90 especies de peces, siendo el pez pipa (*Syngnathus leptorhynchus*), la perca brillante (*Cymatogaster aggregata*) y el esmel (*Atherinops affinis*) los más abundantes, este anterior estudio incluyó una secuencia de eventos desde 1993 a 1995 que correspondieron inicialmente a condiciones neutrales, seguido del evento El Niño para finalizar con La Niña (agosto de 1995-marzo de 1996) (NOAA, 2022). Otra investigación evaluó la variabilidad interanual de la pesca deportiva en San Quintín durante promedios de temperaturas superficiales del mar <12.0 °C y máximas cercanas a 22.8 °C en la costa (Arista-Palacios, 2018) mientras que durante el evento La Niña se presentaron bajas capturas de peces pelágicos representadas solo por barracudas, jureles y bonitas (Ibarra-González, 2013); este último autor comparó las tres fases de ENSO (Anomalías positivas- El Niño, Anomalías negativas- La Niña, y condiciones neutrales) y encontró que a temperaturas superficiales del mar (TSM) cálidas se presenta una mayor abundancia de especies pelágicas que en años con bajas temperaturas durante La Niña.

Finalmente, Arista-Palacios (2018) en condiciones oceanográficas neutrales en la costa de San Quintín encontró que el 95.9 % de la abundancia total de individuos capturados pertenecieron a 15 de las 40 especies extraídas por la pesca deportiva de San Quintín como el pez blanco (*C. princeps*) y el rocot rojo (*S. miniatus*) como las especies más abundantes y las de mayor frecuencia de ocurrencia, mientras que en el verano prevalecieron los peces pelágicos con un 90.5 % aportada por el jurel (*S. lalandi*), la barracuda (*S. argentea*), y el atún de aleta amarilla, *Thunnus albacares* (Arista-Palacios, 2018).

La concentración de clorofila *a* dentro de la Bahía de San Quintín (BSQ) presenta un ciclo anual muy marcado con valores mínimos en otoño (0.0-1.5 mg de clorofila/m³); comienza a incrementarse en invierno, continuando en primavera hasta llegar a su punto máximo (≥ 5.9 mg de clorofila/m³) a mediados del verano (Lara-Lara y Álvarez-Borrego, 1975). Después, Millán-Núñez (2004) encontró que la concentración total de los pigmentos derivados de la clorofila *a* y especies fitoplanctónicas se encontraban vinculadas con el flujo de las mareas. En general, las concentraciones de pigmentos fueron mayores cerca de la boca de BSQ que las que se encontraron en la parte interna de la bahía; lo anterior es producido por eventos de surgencias permanentes inducidas por la punta costera y vientos en la entrada de la laguna (Millán-Núñez et al. 1982; Silva-Cota y Álvarez-Borrego, 1988). Además de los eventos estacionales, en el Océano Pacífico Nororiental donde se ubica el Sistema de la Corriente de California (SCC) se ha documentado la presencia de eventos La Niña y sus efectos en la biomasa fitoplanctónica y pesquerías

(Chávez et al. 2002, Espinosa-Carreón et al. 2004, Kahru et al. 2007) en Punta Baja, Punta Eugénia y Bahía de Todos Santos, pero la ausencia de información fuera de la BSQ continúa siendo un tema de interés considerando el área volcánica en la que se encuentra caracterizada por los bajos rocosos que son visitados por los pescadores comerciales y deportivos. Durante julio del 2020, se presentaron en el área de pesca de San Quintín condiciones La Niña que dieron termino hasta mayo del 2021 (NOAA, 2022), por tanto, el objetivo del presente estudio es determinar la distribución temporal de las especies de peces, sus abundancias y su relación con la temperatura del agua, eventos de surgencia y concentración de clorofila a durante los meses que comprendieron el evento de La Niña 2020-2021.

1.2 Justificación

Las recolectas periódicas a lo largo del Pacífico han fungido como una herramienta clave para la comprensión de la estructura de comunidades en ecosistemas marinos y su interacción con los cambios ambientales de su entorno. La importancia de la pesca como fuente de ingresos y actividad socioeconómica involucra más que un arte; en la actualidad, la población mexicana es capaz de crear conciencia a través de la pesca deportiva mediante el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que brindan los cuerpos de agua y su educación ambiental (Lynch et al., 2016)

El turismo esta diversificado de distintas formas dependiendo del lugar donde se practica; partimos desde su forma tradicional como turismo de sol y playa hasta el ecológico, alternativo y la pesca deportiva (INEGI, 2019; Klett-Trauslen et al. 1996) de manera que las costas de B.C. no son una excepción. El área de San Quintín funge como atractivo turístico por la pesca deportiva, que es capaz de producir una gran derrama económica debido a la riqueza de peces y captura de peces de gran tamaño (Flores-Vidal, 2006) influenciados por eventos oceanográficos y climatológicos (Lea y Rosenblatt, 2000). Actualmente se conoce poco sobre el efecto del evento La Niña en la abundancia, diversidad, y composición de las especies de peces demersales y pelágicas, solo en la zona costera de San Quintín los trabajos de Arista-Palacios (2018) e Ibarra-González (2013) incluyeron la influencia de la temperatura superficial e índice de surgencia, sin embargo, no se tiene algún reporte de cómo interactúan con la concentración de clorofila a y su relación con los demás parámetros. Las capturas de peces son un reflejo de estrategias pesqueras, cambios ambientales y procesos biológicos que inician con la reproducción de las especies, el reclutamiento, crecimiento y mortalidad (Cortez et al. 2010), y procesos ambientales-climatológicos del sitio de estudio (Manjares-Martínez et al., 2010), por lo que los datos de captura suponiendo que son proporcionales a la

riqueza de recursos y abundancia, podrían exponer variaciones en función del tiempo y eventos, o bien, la sobrepesca de especies pelágicas y demersales (Ibarra-González, 2013).

1.3 Hipótesis

Las bajas temperaturas superficiales del mar y altas concentraciones de clorofila derivadas de condiciones La Niña en la zona costera de San Quintín pueden influir en una mayor abundancia de especies de peces demersales y una menor abundancia de peces pelágicas, por tanto, se espera que las capturas y biomásas de estas últimas sean menores al disminuir la temperatura.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Determinar la composición de las especies pelágicas y demersales capturadas por la pesca deportiva-recreativa en San Quintín y sus cambios temporales con respecto a las abundancias y biomásas aunando su asociación con respecto a la temperatura superficial, eventos de surgencia y clorofila *a* durante condiciones La Niña.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Identificar las especies pelágicas y demersales capturadas por la pesca deportiva en la costa de San Quintín, B.C. durante el evento La Niña 2020-2021.
2. Determinar la abundancia relativa y acumulativa de las especies de peces.
3. Determinar la importancia las especies de peces en función de sus abundancias, biomasa y frecuencia de ocurrencia.

4. Clasificar las especies pelágicas y demersales en dominantes, constantes, ocasionales y raras en el área costera de San Quintín.
5. Determinar la distribución de la abundancia y biomasa de los peces capturados con respecto al tiempo.
6. Determinar la relación entre las abundancias y biomosas de los peces capturados con el cambio de la temperatura del agua superficial del mar, surgencias y clorofila α .
7. Determinar la relación de las abundancias de especies pelágicas y demersales con los cambios de la temperatura superficial del agua de mar, surgencias y clorofila α .

Capítulo 2. Metodología

2.1 Sitio de estudio

El área costera de San Quintín se ubica a 200 km al sur de Ensenada, Baja California, México; conformada por la Bahía y la zona costera. La bahía es una laguna costera con dos brazos, “Bahía Falsa” corresponde al brazo oeste y “Bahía San Quintín” el brazo este (Kjerfve, 1994) (Figura 1). En Bahía Falsa se ubican los cultivos ostrícolas mientas que el brazo de San Quintín cuenta con una rampa y es el sitio principal para las salidas y llegadas de los botes para la pesca deportiva-recreativa, pesca artesanal y cacería (Rosales-Casián y Delgadillo-Hernández, 2010). Este sito es una laguna costera que cuenta con una forma en “Y” y que presentan profundidades entre los 2-12 metros, con los valores máximos en el canal principal que conecta con la costa externa (Flores-Vidal, 2006; Gorsline et al., 1962). En la laguna existe una tercera zona conocida como la “Cabeza del brazo de la bahía de San Quintín” teniendo una división al sur por una escollera artificial que aumenta la velocidad de la corriente de marea (Aguilar-Rosas et al., 2005). Las variables como temperatura, salinidad, fósforo inorgánico y silicatos se incrementan desde la boca hasta la cabeza caracterizándola como un “antiestuario” debido a la evaporación y falta de ríos que aporten agua dulce al medio (Álvarez-Borrego, 1977).

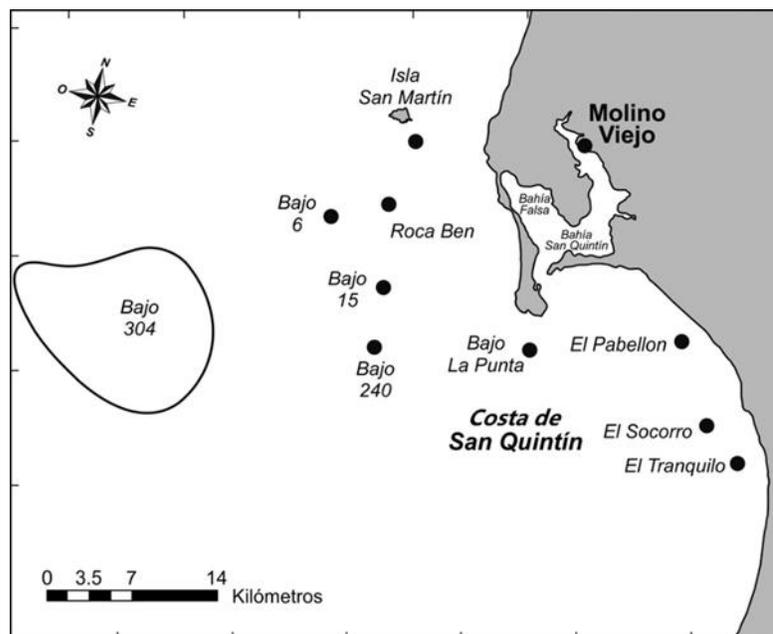


Figura 1. Ubicación geográfica de San Quintín, B.C. con los principales sitios de pesca en la zona costera (Arista-Palacios, 2018). Los puntos se recopilaron a través de investigaciones realizadas por Rosales-Casián con base a la información de los capitanes del área.

El área de pesca deportiva cuenta con más de 30 sitios, incluyendo lugares al sur como Isla San Jerónimo en la Bahía “El Rosario” y sitios al norte hasta Bahía de Colonet, y de 40 o más millas fuera de la costa (Véase la Figura 1); donde los sitios presentan bajos rocosos, mantos de macroalgas y fondos arenosos, que facilitan la captura de corvinas, lenguados, cabrillas, lincods, viejas y diversas especies de rocots (Rosales-Casián y Delgadillo-Hernández, 2010).

Las costas de San Quintín están influenciadas por distintas condiciones oceanográficas, la Corriente de California transporta masas de agua de baja salinidad; el Frente de Ensenada mantiene un aporte de aguas frías con altas concentraciones de clorofila con flujo intenso y que, al toparse con la costa se divide en dos partes: La norteña es dirigida a la Cuenca Sur de California y la sureña se conduce paralela a la costa de Baja California (Álvarez-Borrego, 2015). Cuando este flujo llega a San Quintín, las puntas rocosas junto con el sistema de vientos inducen un cambio de dirección hacia mar abierto que en conjunto con los afloramientos volcánicos de la Isla de San Martín, Roca Benson y otros bajos rocosos sumergidos originan zonas de surgencias permanentes unificando las altas tasas de productividad fitoplanctónica y pesqueras (Poumian-Tapia, 1995; Rosales-Casián, 1996; Lara-Lara y Álvarez-Borrego, 1975).

2.2 Identificación de las especies capturadas

A la llegada de embarcaciones y previo a la limpieza de los ejemplares capturados, se realizó la identificación de las especies de peces empleando las claves taxonómicas recomendadas para el Pacífico templado de Baja California (México) y de California (Estados Unidos) (Miller y Lea, 1972; Love et al. 2002). Se registró la longitud total (LT en mm) y estándar (LE) de cada especie utilizando una cinta métrica; por su parte, los pesos (W en gramos) se cuantificaron con una báscula digital de 6 kg para ejemplares de menor tamaño; mientras que para los peces de una talla mayor se empleó una balanza de 10 y 25 kg con divisiones de 20 y 50 gramos, respectivamente. Al arribo de los botes y con el apoyo de los capitanes, se recopiló información como: hora de salida, nombre de la embarcación, sitio de pesca, número de pescadores, temperatura superficial del agua y profundidad. El listado taxonómico se realizó con base a la información propuesta por Nelson et al. (2016) y con modificaciones de la página en línea Eschmeyer’s Catalog of Fishes (<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily.asp>).

2.3 Abundancia, importancia y dominancia de las especies

Se calculó la abundancia relativa (AR), acumulativa (AA) y frecuencia de ocurrencia FO (%). Esta última, consideró la ocurrencia de cada especie (NE) y el número total de botes (NB) presentes durante el año de estudio (Artaev y Ruchin, 2016).

$$\% \text{ FO} = \left(\frac{NE}{NB} \right) \times 100 \quad (1)$$

La importancia de las especies pelágicas y demersales registradas en el evento La Niña se efectuó calculando el índice de Importancia de la Comunidad (ICI; Rosales-Casián 2004, Stephens y Zerba, 1981). La disposición de especies se realizó en una columna, su abundancia relativa en otra columna, e incorporándoles un puntaje numérico en la tercera columna asignando el valor de 1.0 a la especie más abundante y así sucesivamente. En una cuarta columna, se registró el porcentaje de la frecuencia de ocurrencia junto con un segundo puntaje en la quinta columna. Finalmente, la suma de ambos puntajes correspondió al valor del ICI indicando en orden la importancia de cada especie. Aunado al índice anterior, se utilizó el índice de Importancia Relativa que incorpora los descriptores ecológicos previos (AR y FO) y el porcentaje de biomasa (Pinkas et al., 1971).

$$\text{IRI} = (\% \text{ N} + \% \text{ W}) \times \% \text{ FO} \quad (2)$$

Para determinar la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) (por bote y por pescador) tanto para peces pelágicos como demersales y en general, se consideraron las abundancias y biomásas dividiéndolas entre el número mensual de viajes de los botes y entre el número de pescadores registrados en cada bote, respectivamente. La distribución de los promedios mensuales de la CPUE y su error estándar (\pm SE) con respecto al tiempo se representan de forma gráfica.

Para determinar que la CPUE por bote y por pescador presenta una distribución normal y homocedasticidad de varianza se utilizó la prueba estadística de Shapiro-Wilk (Dalgaard, 2008). Ante la falta de los anteriores supuestos, se realizó una prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1984) para determinar diferencias significativas entre los promedios mensuales de las capturas por bote y pescador con respecto al tiempo (Petrete et al., 2006; Neave y Worthington, 1988). Posteriormente, la correlación

de Spearman se empleó para evaluar el grado de asociación entre la abundancia o biomasa y la temperatura superficial del mar, así como los eventos de surgencia y concentración de clorofila *a* superficial (Baigún, 2013).

Con las especies identificadas y sus abundancias, se determinó la diversidad de las especies de peces mediante el Índice de Shannon-Weaver (H') (Shannon y Weaver, 1949; Moreno, 2001) para esclarecer el grado promedio en el que una especie pertenecerá a un individuo escogido al azar dentro de una comunidad costera bajo condiciones La Niña.

La diversidad se calculó a partir de los promedios mensuales, registrándose el número de individuos por cada especie identificada y dividido entre el número total de peces sin distinción ($p_i = n_i / N$); el valor de p_i se define como la proporción de la abundancia relativa. Después, las cifras resultantes se transformaron con la función \ln por especie para finalmente, obtener el valor de H' . Los valores que resumen ambos factores fueron acreedores al signo negativo, para luego modificarse a positivo tras el producto con -1 (Pla, 2006).

$$H' = - \sum (p_i) \times \ln(p_i) \quad (3)$$

Complementario a lo descrito previamente, se obtuvo la dominancia de los peces pelágicos y demersales mediante una prueba de cuadrantes de Olmstead-Tukey (Steel y Torrie, 1981) para su categorización en función de sus frecuencias de ocurrencia. Los cuadrantes de Olmstead-Tukey toman de referencia la relación entre las abundancias pelágicas y demersales con sus respectivos valores porcentuales de su frecuencia de ocurrencia.

La clasificación y exposición de las dominancias se representa en un plano de cuatro cuadrantes: 1) Especies dominantes, presentan una abundancia y frecuencia mayor a la mediana; 2) Especies constantes, presentan abundancias menores a la mediana, pero una frecuencia mayor a esta; 3) Especies ocasionales, tienen una abundancia mayor a la mediana, pero frecuencia menor a la mediana; 4) Especies raras, son acreedoras a abundancias y frecuencias menores con respecto a ambas medianas (Gaona-Hernández, 2019). La uniformidad de las especies de acuerdo con distintas fuentes bibliográficas varía entre especies y muestras, por lo que un trabajo de Saha et al., 2017 y Patil y Taillie (1982) recomiendan que el máximo valor de diversidad es 1.5 debido a que la interpretación de los números es muy difícil de comparar entre

sí (idealmente se toma un intervalo de 0-1) ante las distintas unidades (número de especies, bits por especie u ocurrencias porcentuales).

2.4 Monitoreo de la temperatura superficial, clorofila a y surgencias

Las temperaturas superficiales (TS) y concentraciones de clorofila a , se obtuvieron de distintas fuentes: los registros de temperatura superficial fueron proporcionadas por los capitanes de las embarcaciones, también de los datos registrados en la estación oceanográfica (Estación 107.32) por el programa IMECOCAL del Centro de Investigación y de Educación Superior de Ensenada (<https://imecocal.cicese.mx/wp/base-de-datos/>), y de los reportes de CALCOFI (<https://calcofi.org/publications/calcofi-reports/>), así como imágenes satelitales obtenidas de la plataforma OceanColorWeb de la NASA (<https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>) empleando el software SeaDAS. La justificación de buscar los valores a través de diferentes bibliotecas radica en la ausencia de información por la pandemia del COVID-19, de manera que algunas de estas brindan un complemento a las bases recopiladas. El periodo de estudio del presente trabajo se inició con un mes de anticipación al desarrollo del evento de La Niña, es decir, principios de julio 2020 hasta junio 2021. Se analizaron las anomalías de temperatura en la región Niño 3.4 (5N-5S, 120W-170W) a fin de determinar el periodo y la intensidad del evento La Niña (https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php).

El Índice de Surgencia (IS) en la zona costera se obtuvo de los cálculos realizados por el Pacific Fisheries Environmental Laboratory en Pacific Grove, California; considerándose la estación más cercana (30° N, 119° W) a San Quintín, B.C. (Arista-Palacios, 2018; Bakun, 1978; <http://www.pfeg.noaa.gov>, 2007), se seleccionaron los valores promedio mensuales de los eventos de surgencia del PFEL (NOAA) (<https://oceanwatch.pfeg.noaa.gov/products/PFELData/upwell/daily/p12dayac.all>; Mason y Bakun, 1986). La cuantificación de los valores correspondientes a los eventos de surgencia se basa en la teoría del transporte de Ekman, donde el transporte de masa resultante de un esfuerzo de viento (M) es proporcional a la tensión del viento a 90 ° (V) entre el efecto de Coriolis (f). La explicación se basa en el supuesto de movimiento en estado estacionario con viento uniforme y océano homogéneo infinito. De manera que el transporte de masa por unidad del ancho de la superficie del océano va dirigido 90 grados a la derecha (al hemisferio norte) en dirección hacia donde sopla el viento; manteniendo una relación con la magnitud del esfuerzo del viento por la expresión (NOAA, 2022).

$$M = V/f \quad (4)$$

La capa en la que ocurre un transporte apreciable se denomina “Capa de Ekman” cuya extensión va desde la superficie hasta profundidades que no exceden los 50-100 m. El límite profundo de la capa de Ekman a veces suele identificarse con el fondo de la zona homogénea de mezcla de vientos (NOAA, 2022; <https://oceanview.pfeg.noaa.gov/products/upwelling/bakun>; Bakun, 1973).

Capítulo 3. Resultados

3.1 Anomalías de la TSM

3.1.1 Índice Oceánico de El Niño

Durante el periodo de estudio (julio 2020 a junio 2021), los reportes del Índice Oceánico de El Niño (ONI) mostraron que las anomalías de la temperatura superficial del mar estuvieron bajo un intervalo de 0.2 a -1.5 °C dentro de la región del Niño 3.4. La media máxima (-1.3 °C) dentro del evento La Niña se registró en el último trimestre del 2020-OND (octubre, noviembre, diciembre) y la mínima (-0.4 °C) a principios y finales del año de estudio (junio, julio, agosto/mayo, junio, julio) (Figura 2). Al considerar los valores presentados por la NOAA a partir de agosto 2020 en un intervalo de -0.5 a -1.5, este evento de La Niña fue considerado de baja intensidad en comparación de otros años. En general, la media de anual de las anomalías de temperatura fue de -0.8 ± 0.3 °C.

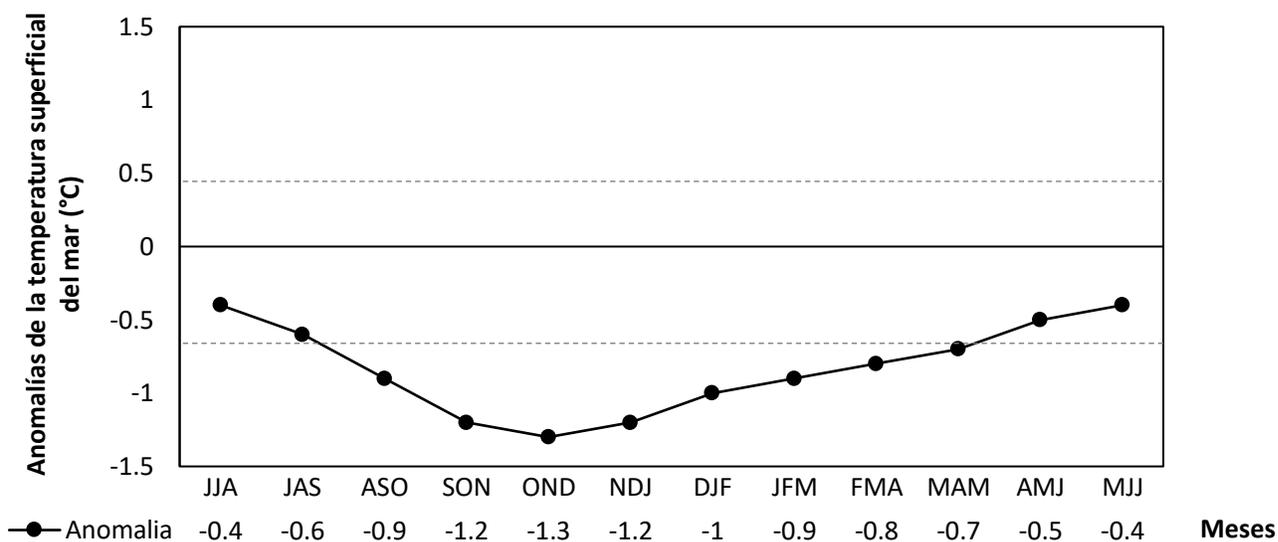


Figura 2. Índice Oceánico de El Niño (ONI) basado en una media trimestral correspondiente a las anomalías de temperatura superficial del mar (°C) de la región Niño 3.4 desde julio del 2020 hasta junio 2021.

3.1.2 Índice de surgencia y Temperatura (°C)

El Índice de surgencia (IS) presentó una media anual de 119.3 ± 49.5 $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$, manteniendo los valores mensuales del IS en un intervalo de $40\text{-}210$ $\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$. En la costa de San Quintín el promedio máximo de los eventos de surgencia se observó durante el mes de febrero ($155 \text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y abril (208

$\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) (Figura 3). En el caso de la temperatura superficial del mar (TSM), se calculó una media anual de $17.8 \pm 2.4 \text{ }^\circ\text{C}$, encontrándose bajo un intervalo de $14.5 \text{ }^\circ\text{C} - 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$ (Figura 3). Los registros más bajos de temperatura se mostraron de enero a marzo ($14.0 \text{ }^\circ\text{C} - 16.5 \text{ }^\circ\text{C}$) y las más altas en septiembre, octubre y junio ($22.4, 21.3$ y $20.2 \text{ }^\circ\text{C}$, respectivamente).

Con base en las observaciones correspondientes entre el IS y la TSM (Figura 3), ambos parámetros mantuvieron un comportamiento proporcional (temporalmente) a comienzos y finales del año de estudio, es decir, si la temperatura era más cálida había una reducción en las surgencias, mientras que a temperaturas frías denotaban una intensificación de dichos eventos.

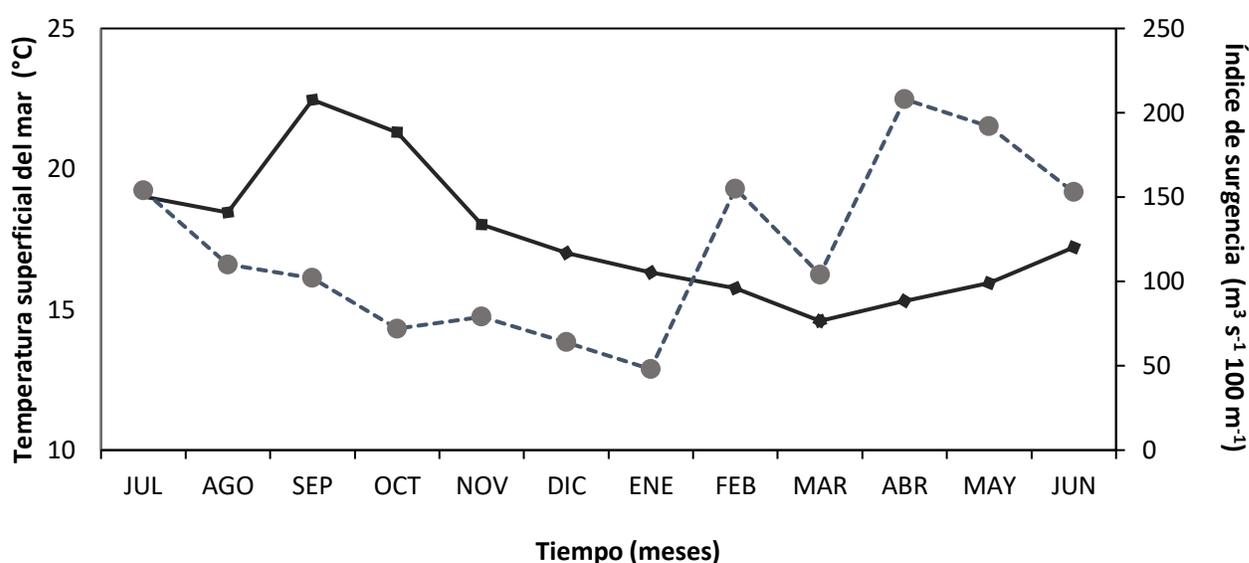


Figura 3. Promedio mensual (\pm SE) de la temperatura superficial del mar (Línea continua) e Índice de surgencia (Línea punteada) en la zona costera de San Quintín, B.C. de julio 2020-junio 2021.

3.1.3 Temperatura ($^\circ\text{C}$) y Clorofila *a*

Los descensos de la temperatura superficial presentados de noviembre a marzo se vincularon con un ascenso periódico de la clorofila *a* ($0.3 - 0.6 \text{ mg/m}^3$) por los eventos de surgencia y secuelas posteriores. Después, las concentraciones aumentaron $> 3.00 \text{ mg/m}^3$ para presentar el primer máximo en marzo (3.75

mg/m³) junto con una baja TSM, seguido por el de junio (6.35 mg/m³) con un incremento en la temperatura (Figura 4). La clorofila *a* en la zona costera de San Quintín presentó una media anual de 2.0 ± 1.9 mg/m³, teniéndose las concentraciones más altas en marzo, mayo y junio (3.75 mg/m³, 4.11 mg/m³ y 6.35 mg/m³, respectivamente) y en septiembre (0.39 mg/m³) la más baja (Figura 4).

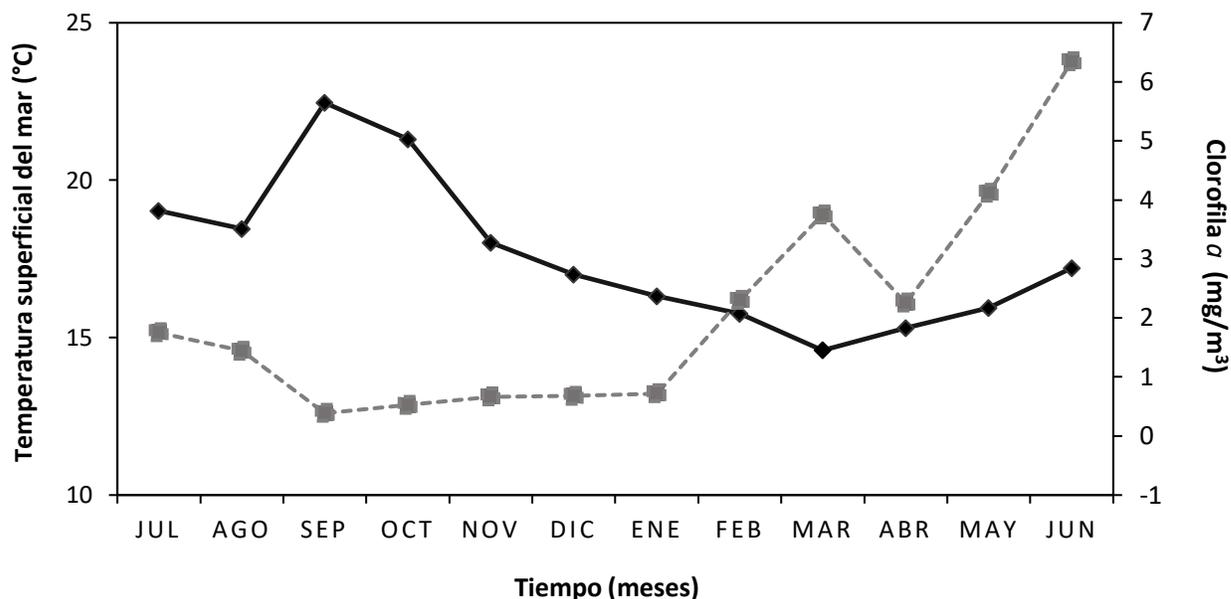


Figura 4. Promedio mensual (\pm SE) de la temperatura superficial del mar (Línea continua) y clorofila *a* (Línea punteada) en la zona costera de San Quintín, B.C. de julio 2020-junio 2021.

3.2 Clorofila *a* e índice de surgencias

Los valores más bajos del IS se presentaron en diciembre ($64 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y enero ($48 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y los de mayor magnitud en julio 2020 ($154 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) junto con febrero ($155 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$) y abril ($208 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1} 100 \text{ m}^{-1}$); sin embargo, los máximos de concentración de clorofila estuvieron presentes cuando los eventos de surgencia no fueron intensos (Figura 5). Desde febrero hasta marzo del 2021 persistió un ascenso del pigmento, seguido de mayo y junio con un intervalo de $3.6\text{-}6.1 \pm 1.7$ mg/m³. Lo que se puede apreciar a nivel gráfico que las concentraciones de clorofila *a* responden un mes posterior con respecto a los eventos de surgencia partiendo desde Marzo (Figura 5).

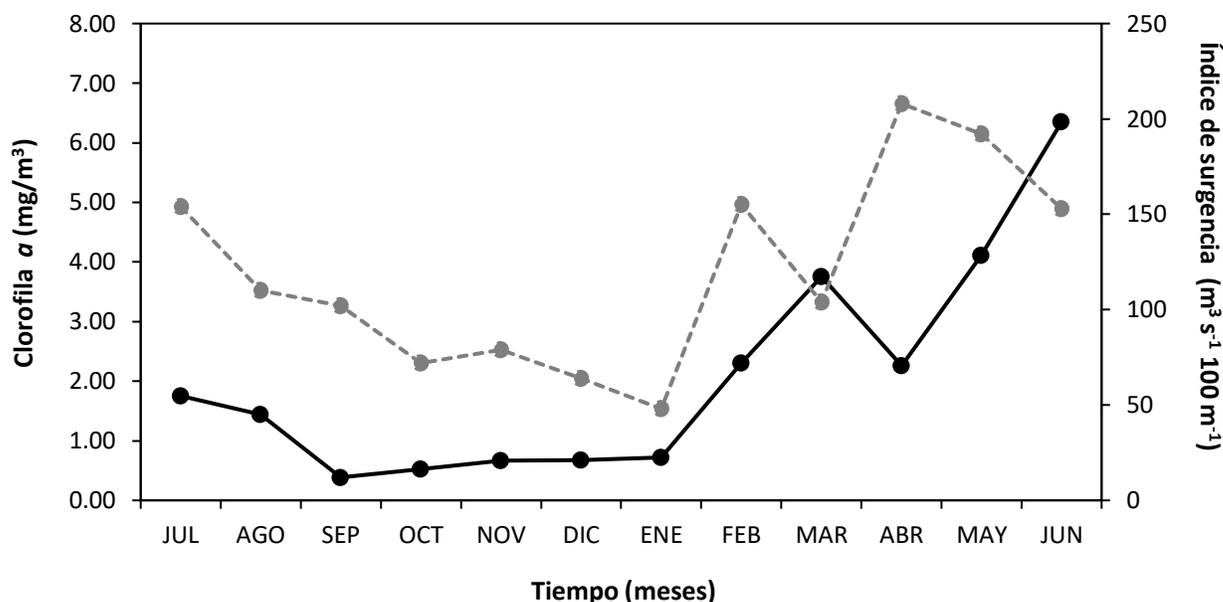


Figura 5. Promedio mensual (\pm SE) de la concentración de clorofila *a* (Línea continua) e Índice de surgencia (Línea punteada) en la zona costera de San Quintín, B.C. de julio 2020-junio 2021.

3.3 Composición de la Ictiofauna

3.3.1 Listado taxonómico

Durante el tiempo de estudio (julio 2020 a junio 2021) se monitorearon 51 botes y 138 pescadores, con un promedio de 2 pescadores/bote. Las capturas de peces pertenecieron a 29 especies de 13 familias (Tabla 1); así mismo, 28 especies fueron teleósteos y una sola especie de elasmobranquio. En total se contabilizaron 1,738 peces, de los cuales 1,523 corresponden a peces demersales y 215 a pelágicos con una contribución de especies objetivo por parte de las siguientes familias taxonómicas: Sebastidae: *Sebastes miniatus* (42 %); Hexagrammidae: *Ophiodon elongatus* (32 %) y Carangidae: *Seriola lalandi* (26 %) en términos de abundancia (Tabla 2). A partir de las abundancias acumulativas se obtuvo que 18 de las 25 especies de peces demersales acumularon más del 90% de la abundancia total (Tabla 2). Con respecto a la biomasa, la especie con mayor contribución a la captura de la pesca deportiva durante el periodo 2020-2021 fue el jurel, *S. lalandi* (667.47 kg), seguido del rocot rojo, *S. miniatus* (445.39 kg), el lingcod, *O. elongatus* (383.54 kg), el pez blanco, *Caulolatilus princeps* (240.90 kg) y la bonita, *Sarda chiliensis* (185.60 kg), mientras que un total de ocho especies aportaron menos de 10 kg (Tabla 3). Aunado a esto, 17 de las 29 especies de peces acumularon el 90% de la biomasa total (Tabla 3).

Tabla 1. Lista sistemática de la ictiofauna capturada por la pesca deportiva en el área costera de San Quintín, B.C. entre 2020–2021. Clasificación taxonómica propuesta por Nelson et al. (2016) y con modificaciones del catálogo de peces de Eschmeyer (2022).

Clase	Orden	Familia	Especie
Chondrichthyes	Lamniformes	Lamnidae	<i>Isurus oxyrinchus</i> (Rafinesque, 1810)
Actinopterygii	Perciformes	Carangidae	<i>Seriola lalandi</i> (Pfeiler & van der Heiden, 2012)
		Epinephelidae	<i>Mycteroperca xenarcha</i> (Jordán, 1888)
		Labridae	<i>Semicossyphus pulcher</i> (Ayres, 1854)
		Malacanthidae	<i>Caulolatilus princeps</i> (Jenyns, 1840)
		Sciaenidae	<i>Atractoscion nobilis</i> (Ayres, 1860)
		Scombridae	<i>Sarda chiliensis</i> (Cuvier & Valenciennes, 1832)
		Serranidae	<i>Paralabrax nebulifer</i> (Girard, 1854)
			<i>Paralabrax clathratus</i> (Girard, 1854)
			<i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (Gill, 1863)
	Sphyraenidae	<i>Sphyraena argentea</i> (Girard, 1854)	
	Pleuronectiformes	Paralichthyidae	<i>Paralichthys californicus</i> (Ayres, 1859)
	Scorpaeniformes	Hexagrammidae	<i>Ophiodon elongatus</i> (Girard, 1854)
		Scorpaenidae	<i>Scorpaena guttata</i> (Girard, 1854)
		Sebastidae	<i>Sebastes miniatus</i> (Jordan & Gilbert, 1880)
			<i>Sebastes constellatus</i> (Jordan & Gilbert, 1880)
			<i>Sebastes mystinus</i> (Jordan & Gilbert, 1881)
			<i>Sebastes chlorostictus</i> (Jordan & Gilbert, 1880)
			<i>Sebastes serriceps</i> (Jordan & Gilbert, 1880)
			<i>Sebastes auriculatus</i> (Girard, 1854)
			<i>Sebastes serranoides</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1890)
			<i>Sebastes caurinus</i> (Richardson, 1844)
<i>Sebastes umbrosus</i> (Jordan & Gilbert, 1882)			
<i>Sebastes babcocki</i> (Thompson, 1915)			
<i>Sebastes rosaceus</i> (Girard, 1854)			
<i>Sebastes atrovirens</i> (Jordan & Gilbert, 1880)			
<i>Sebastes rastrelliger</i> (Jordan & Gilbert, 1880)			
<i>Sebastes levis</i> (Eigenmann & Eigenmann, 1889)			
<i>Sebastes paucispinis</i> (Ayres, 1854)			

Tabla 2. Composición de las especies capturadas por abundancia numérica, relativa (%), acumulativa (%) y frecuencia de ocurrencia en la zona costera de San Quintín, B.C. de 2020-2021.

N°	Especie	Abundancia	A. relativa (%)	A. acumulativa (%)	Frecuencia de ocurrencia (%)
1	<i>Sebastes miniatus</i>	434	25.0	25.0	86.3
2	<i>Caulolatilus princeps</i>	240	13.8	38.8	49.0
3	<i>Sebastes auriculatus</i>	172	9.9	48.7	47.1
4	<i>Ophiodon elongatus</i>	146	8.4	57.1	66.7
5	<i>Seriola lalandi</i>	130	7.5	64.6	54.9
6	<i>Sebastes constellatus</i>	126	7.2	71.8	62.7
7	<i>Paralabrax nebulifer</i>	119	6.8	78.7	33.3
8	<i>Sebastes umbrosus</i>	101	5.8	84.5	43.1
9	<i>Sarda chiliensis</i>	58	3.3	87.8	31.4
10	<i>Paralabrax clathratus</i>	29	1.7	89.5	11.8
11	<i>Sphyræna argentea</i>	26	1.5	91.0	13.7
12	<i>Scorpaena guttata</i>	23	1.3	92.3	17.6
13	<i>Sebastes paucispinis</i>	23	1.3	93.6	23.5
14	<i>Semicossyphus pulcher</i>	22	1.3	94.9	31.4
15	<i>Sebastes chlorostictus</i>	16	0.9	95.8	11.8
16	<i>Sebastes babcocki</i>	14	0.8	96.6	17.6
17	<i>Sebastes serranoides</i>	12	0.7	97.3	19.6
18	<i>Sebastes caurinus</i>	10	0.6	97.9	7.8
19	<i>Sebastes rastrelliger</i>	9	0.5	98.4	15.7
20	<i>Paralichthys californicus</i>	8	0.5	98.8	5.9
21	<i>Atractoscion nobilis</i>	6	0.3	99.2	5.9
22	<i>Sebastes mystinus</i>	4	0.2	99.4	5.9
23	<i>Sebastes atrovirens</i>	3	0.2	99.6	5.9
24	<i>Sebastes serriceps</i>	2	0.1	99.7	3.9
25	<i>Sebastes rosaceus</i>	1	0.1	99.8	2.0
26	<i>Sebastes levis</i>	1	0.1	99.8	2.0
27	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	1	0.1	99.9	2.0
28	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	1	0.1	99.9	2.0
29	<i>Isurus oxyrinchus</i>	1	0.1	100.0	2.0
	Total	1738			

Tabla 3. Biomasa total (Kg), biomasa relativa (%) y biomasa acumulativa (%) de las especies capturadas por la pesca deportiva en la zona costera de San Quintín, B.C. de 2020-2021.

N°	Especie	Biomasa (kg)	B. relativa (%)	B. acumulativa (%)
1	<i>Seriola lalandi</i>	666.47	25.1	25.19
2	<i>Sebastes miniatus</i>	445.40	16.8	42.03
3	<i>Ophiodon elongatus</i>	383.74	14.5	56.53
4	<i>Caulolatilus princeps</i>	240.93	9.1	65.64
5	<i>Sarda chiliensis</i>	185.67	7.0	72.66
6	<i>Sebastes auriculatus</i>	127.96	4.8	77.50
7	<i>Paralabrax nebulifer</i>	91.83	3.4	80.97
8	<i>Sebastes constellatus</i>	78.09	2.9	83.92
9	<i>Sphyraena argentea</i>	68.52	2.5	86.51
10	<i>Semicossyphus pulcher</i>	66.55	2.5	89.03
11	<i>Atractoscion nobilis</i>	63.54	2.4	91.43
12	<i>Isurus oxyrinchus</i>	39.00	1.4	92.90
13	<i>Paralichthys californicus</i>	50.00	1.8	94.79
14	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	29.5	1.1	95.91
15	<i>Sebastes umbrosus</i>	1.04	0.04	95.95
16	<i>Paralabrax clathratus</i>	20.74	0.7	96.73
17	<i>Sebastes paucispinis</i>	18.66	0.7	97.44
18	<i>Scorpaena guttata</i>	17.18	0.6	98.09
19	<i>Sebastes caurinus</i>	9.89	0.3	98.46
20	<i>Sebastes babcocki</i>	9.62	0.3	98.82
21	<i>Sebastes chlorostictus</i>	9.46	0.3	99.18
22	<i>Sebastes rastrelliger</i>	4.77	0.1	99.36
23	<i>Sebastes serranoides</i>	4.70	0.1	99.54
24	<i>Sebastes serriceps</i>	4.05	0.1	99.69
25	<i>Sebastes levis</i>	3.31	0.1	99.82
26	<i>Sebastes atrovirens</i>	2.84	0.1	99.92
27	<i>Sebastes mystinus</i>	1.27	0.05	99.97
28	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	0.53	0.02	99.99
29	<i>Sebastes rosaceus</i>	0.19	0.01	100.00
	Total	2645.4		

3.3.2 Abundancia y biomasa promedio de las capturas mensuales

Con base en los registros, la media anual de la abundancia mensual fue de 152.6 ± 73.5 (SE) peces y para la biomasa de 227.1 ± 74.6 kg. El mayor número de peces capturados se presentó en octubre (188 ± 13.7

peces), marzo (175 ± 36.0 peces) y mayo (286 ± 42.7 peces), mientras que las biomásas más altas se registraron en septiembre (314.9 ± 7.0 kg), octubre (279.0 ± 4.07 kg) y enero (345.5 ± 17.4 kg) (Figura 6).

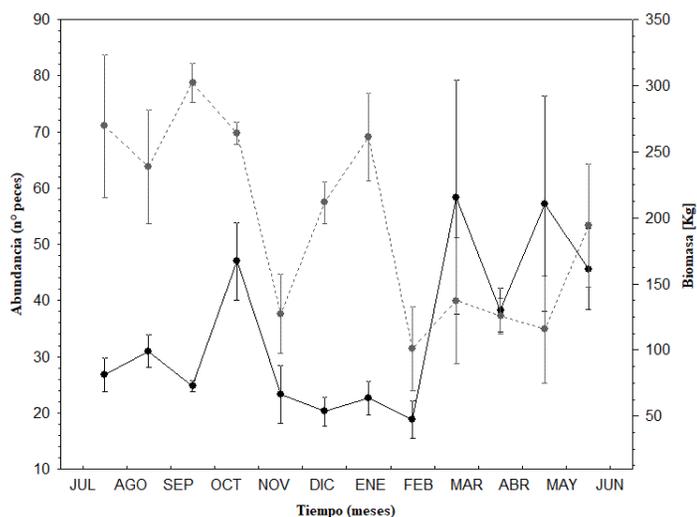


Figura 6. Valores de abundancia (Línea continua) y biomasa (Línea punteada) promedio (\pm SE) de la pesca deportiva en la zona costera de San Quintín, B.C.

Las embarcaciones de pesca deportiva de San Quintín capturaron un promedio anual de 34.5 ± 14.0 (SE) peces por bote. Se registró la media más baja en febrero (18.8 ± 7.4 peces por bote) y la máxima en marzo (58.3 ± 36 peces por bote) seguido de mayo y junio con 51.4 ± 8.2 peces por embarcación (Figura 7). De acuerdo con el análisis estadístico, se observaron diferencias significativas (KW-H (11,51) = 30.72; $p=0.001$) entre los promedios mensuales de la captura por bote.

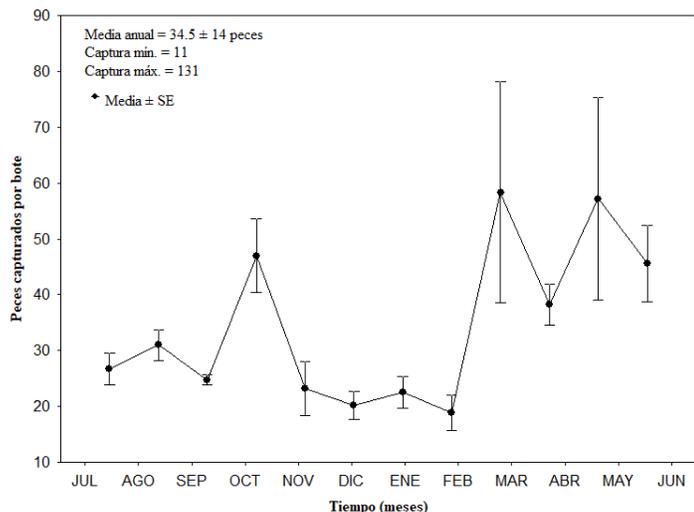


Figura 7. Captura promedio por bote (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021.

Con respecto a la captura por pescador, la media anual de captura mensual fue de 12.6 ± 4.5 peces por pescador. La captura mínima de todo el estudio fue de 7 peces por pescador en el mes de septiembre; a diferencia de marzo y mayo donde se tuvieron las capturas máximas de 17.1 a 20.4 peces por pescador (Figura 8). Se detectaron diferencias significativas (KW-H (11,138) = 24.26; $p = 0.01$) entre los promedios mensuales de captura por pescador.

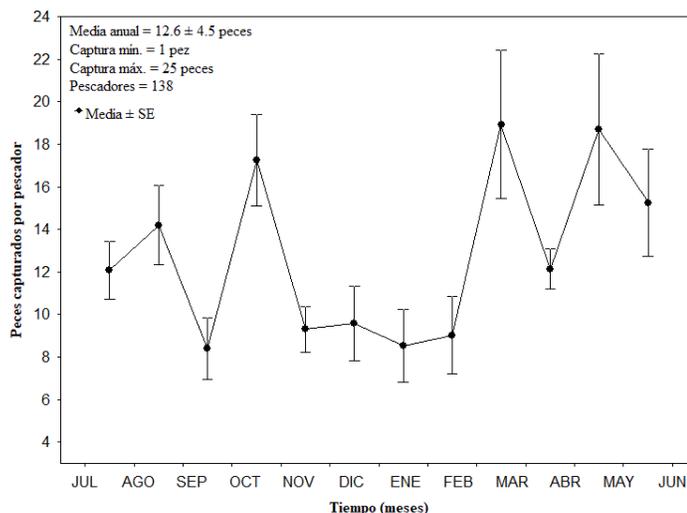


Figura 8. Captura promedio por pescador (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021.

La biomasa por embarcación presentó un promedio general de 53.7 ± 16.8 kg por bote mensual. Las medias más bajas se presentaron en febrero (31.4 ± 16.8 kg/ bote) y mayo (34.8 ± 21.2) del 2021 (Figura 9), mientras que las de mayor biomasa se presentaron en julio (71 ± 5.3 kg/ bote) y septiembre (78.7 ± 7.07 kg/ bote). Se detectaron diferencias significativas entre las medias mensuales de la biomasa por embarcación (KW-H (11,51) = 28.07; $p = 0.003$).

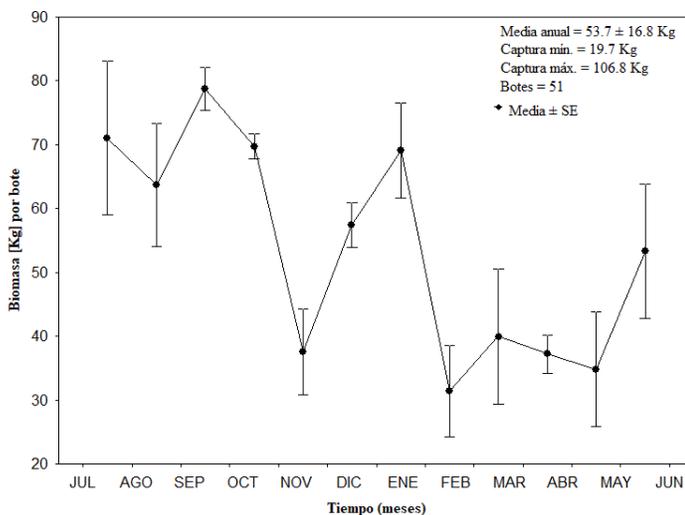


Figura 9. Biomasa promedio por bote (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021.

Finalmente, la biomasa mensual capturada por pescador presentó una media anual de $20.2 \text{ kg} \pm 7.0$, presentándose en abril 2021 la captura mínima con $12 \text{ kg} \pm 2.6$ y la más alta en julio 2020 con $27.4 \text{ kg} \pm 3.28$ (Figura 10). Se encontraron diferencias significativas entre los promedios mensuales de la biomasa por pescador (KW-H (11,138) = 32.53; $p = 0.006$).

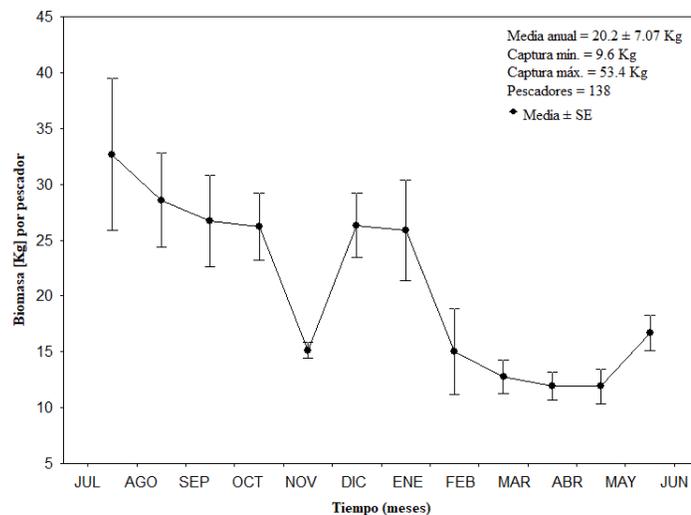
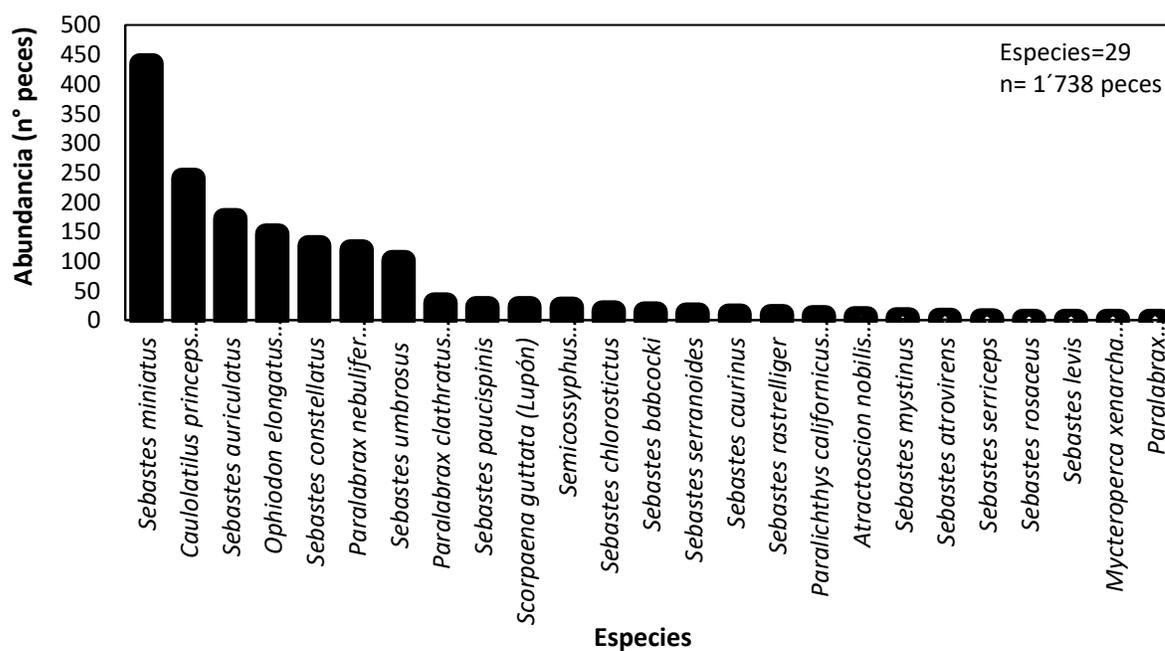


Figura 10. Biomasa promedio por pescador (\pm SE) por la pesca deportiva de San Quintín, B.C. durante 2020-2021.

3.3.3 Abundancia y biomasa de las especies pelágicas y demersales

Con respecto a las especies demersales se registró un total de 25 especies donde las más abundantes fueron: el rocot rojo, *S. miniatus* con un total de 434 individuos capturados, seguido del pez blanco *C. princeps* con 240 individuos, y el rocot café *S. auriculatus* con 172 individuos (Figura 11a). Por otro lado, los peces demersales con bajas abundancias (≤ 30 individuos) estuvieron conformados por 18 especies. La biomasa total de los peces demersales fue de 1,685.8 kg, siendo nuevamente el rocot rojo (*S. miniatus*) el que aportó la mayor biomasa con 445.4 kg, seguido del lingcod (*O. elongatus*) con 383.7 kg y el pez blanco (*C. princeps*) con 240.9 kg (Figura 11b). Un total de 15 de las 25 especies capturadas presentaron biomásas menores a 50 kg durante todo el periodo de estudio.

(a)



(b)

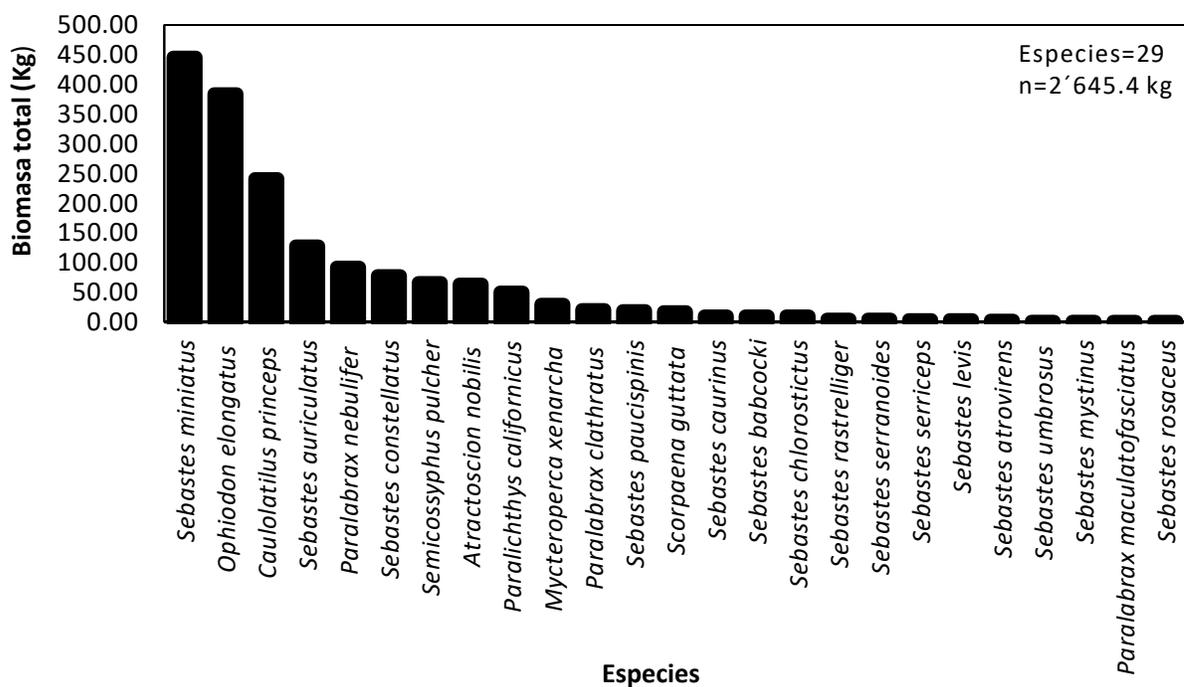


Figura 11. Composición total de las especies pelágicas y demersales capturados por la pesca deportiva en el área costera de San Quintín, B.C. durante 2020-2021. Donde (a) corresponde a las abundancias (n° de peces) y (b) a la biomasa total (Kg) obtenida.

3.4 Índices de importancia

El orden de las especies de peces más importantes de acuerdo con el índice de importancia de la comunidad (ICI, abundancia relativa y frecuencia de ocurrencia) estuvo conformada por: el rocot rojo (*S. miniatus*) en primer lugar de acuerdo a su abundancia (25 %) y ocurrencia en un 86.3% (Tabla 4); en segundo lugar de importancia se ubicó a *O. elongatus* (lingcod) seguidos de *C. princeps* (blanco); *S. auriculatus* y *S. lalandi*.

Con respecto al Índice de Importancia Relativa (IRI) que incluye las abundancias relativas, frecuencias de ocurrencias y biomasa relativa de las especies pelágicas y demersales, mostró que el rocot rojo se mantuvo como la especie más importante aunque aportó menos biomasa; el jurel (*S. lalandi*) se ubicó como la segunda especie de mayor importancia presentando la mayor biomasa con 25.2%, finalmente, el 3 y 4 lugar en orden de importancia relativa correspondieron a las especies *O. elongatus* (lingcod) y *C. princeps* (Tabla 5). Cabe destacar que en ambos índices, se registraron las mismas cinco especies de peces que aparecieron inicialmente de mayor importancia capturadas por la pesca deportiva en el área costera de San Quintín; inclusive persistieron algunas cuya jerarquización en función de sus abundancia y biomasa no modificó su posicionamiento en las tablas del ICI e IRI, tales como: *S. constellatus* (en sexta posición), *P. nebulifer* (en séptima posición) y *S. pulcher* (en décima posición).

Los patrones de distribución de las especies de estudio reflejan las condiciones ambientales pasadas y presentes que dan forma a que la biodiversidad se vincule con el funcionamiento de los ecosistemas marinos. Esclarecer la riqueza de las especies con respecto a su distribución contribuye a la identificación de los procesos biogeográficos y evolutivos para determinar estrategias que impulsen y mejoren el desempeño pesquero dentro del mercado; así como también la actualización de reportes basados en la importancia de las especies comerciales e industriales para la incorporación de capital nacional y extranjero a dicha actividad, puesto a que esta catalogada como una de las actividades turísticas más representativas de la Península de Baja California.

Hasta el momento, se registró una mayor prevalencia de especies demersales cuya preferencia radica por las condiciones características de la fase fría del ENSO y faunísticas, como los bosques de macroalga, surgencias volcánicas y permanente producidas por las escolleras rocosas de la costa adyacente, y vientos de gran intensidad por el calentamiento no sobre la superficie del área a ni vel geográfico.

Tabla 4. Importancia de las especies de peces pelágicas y demersales de acuerdo con el Índice de Importancia de la Comunidad (ICI).

N°	Especie	A. relativa (%)	1° Orden	F. ocurrencia (%)	2° Orden	ICI
1	<i>Sebastes miniatus</i>	25.0	1	86.3	1	2
2	<i>Ophiodon elongatus</i>	8.4	4	66.7	2	6
3	<i>Caulolatilus princeps</i>	13.8	2	49.0	5	7
4	<i>Sebastes auriculatus</i>	9.9	3	47.1	6	9
5	<i>Seriola lalandi</i>	7.5	5	54.9	4	9
6	<i>Sebastes constellatus</i>	7.2	6	62.7	3	9
7	<i>Paralabrax nebulifer</i>	6.8	7	33.3	8	15
8	<i>Sebastes umbrosus</i>	5.8	8	43.1	7	15
9	<i>Sarda chiliensis</i>	3.3	9	31.4	9	18
10	<i>Semicossyphus pulcher</i>	1.3	12	31.4	9	21
11	<i>Sebastes paucispinis</i>	1.3	12	23.5	10	22
12	<i>Scorpaena guttata</i>	1.3	12	17.6	12	24
13	<i>Paralabrax clathratus</i>	1.7	10	11.8	15	25
14	<i>Sphyræna argentea</i>	1.5	11	13.7	14	25
15	<i>Sebastes babcocki</i>	0.8	14	17.6	12	26
16	<i>Sebastes serranoides</i>	0.7	15	19.6	11	26
17	<i>Sebastes chlorostictus</i>	0.9	13	11.8	15	28
18	<i>Sebastes rastrelliger</i>	0.5	17	15.7	13	30
19	<i>Sebastes caurinus</i>	0.6	16	7.8	16	32
20	<i>Paralichthys californicus</i>	0.5	17	5.9	17	34
21	<i>Atractoscion nobilis</i>	0.3	18	5.9	17	35
22	<i>Sebastes mystinus</i>	0.2	19	5.9	17	36
23	<i>Sebastes atrovirens</i>	0.2	19	5.9	17	36
24	<i>Sebastes serriceps</i>	0.1	20	3.9	18	38
25	<i>Sebastes rosaceus</i>	0.1	20	2.0	19	39
26	<i>Sebastes levis</i>	0.1	20	2.0	19	39
27	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	0.1	20	2.0	19	39
28	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	0.1	20	2.0	19	39
29	<i>Isurus oxyrinchus</i>	0.1	20	2.0	19	39

Tabla 5. Importancia de las especies de peces pelágicos y demersales de acuerdo al Índice de Importancia Relativa (IRI).

N°	Especie	A. relativa (%)	F. ocurrencia (%)	Biomasa (Kg)	Biomasa (%)	IRI
1	<i>Sebastes miniatus</i>	25.0	86.3	445.4	16.8	3606.9
2	<i>Seriola lalandi</i>	7.5	54.9	666.5	25.2	1793.8
3	<i>Ophiodon elongatus</i>	8.4	66.7	383.7	14.5	1527.1
4	<i>Caulolatilus princeps</i>	13.8	49.0	240.9	9.1	1123.3
5	<i>Sebastes auriculatus</i>	9.9	47.1	128.0	4.8	693.3
6	<i>Sebastes constellatus</i>	7.2	62.7	78.1	3.0	640.1
7	<i>Paralabrax nebulifer</i>	6.8	33.3	91.8	3.5	343.9
8	<i>Sarda chiliensis</i>	3.3	31.4	185.7	7.0	324.9
9	<i>Sebastes umbrosus</i>	5.8	43.1	1.0	0.0	252.4
10	<i>Semicossyphus pulcher</i>	1.3	31.4	66.6	2.5	118.6
11	<i>Sphyræna argentea</i>	1.5	13.7	68.5	2.6	56.1
12	<i>Sebastes paucispinis</i>	1.3	23.5	18.7	0.7	47.7
13	<i>Scorpaena guttata</i>	1.3	17.6	17.2	0.6	34.8
14	<i>Paralabrax clathratus</i>	1.7	11.8	20.7	0.8	28.9
15	<i>Sebastes babcocki</i>	0.8	17.6	9.6	0.4	20.6
16	<i>Sebastes serranoides</i>	0.7	19.6	4.7	0.2	17.0
17	<i>Atractoscion nobilis</i>	0.3	5.9	63.5	2.4	16.2
18	<i>Sebastes chlorostictus</i>	0.9	11.8	9.5	0.4	15.0
19	<i>Paralichthys californicus</i>	0.5	5.9	50.0	1.9	13.8
20	<i>Sebastes rastrelliger</i>	0.5	15.7	4.8	0.2	11.0
21	<i>Sebastes caurinus</i>	0.6	7.8	9.9	0.4	7.4
22	<i>Isurus oxyrinchus</i>	0.1	2.0	39.0	1.5	3.0
23	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	0.1	2.0	29.5	1.1	2.3
24	<i>Sebastes atrovirens</i>	0.2	5.9	2.8	0.1	1.6
25	<i>Sebastes mystinus</i>	0.2	5.9	1.3	0.0	1.6
26	<i>Sebastes serriceps</i>	0.1	3.9	4.0	0.2	1.1
27	<i>Sebastes levis</i>	0.1	2.0	3.3	0.1	0.4
28	<i>Paralabrax maculatofasciatus</i>	0.1	2.0	0.5	0.0	0.2
29	<i>Sebastes rosaceus</i>	0.1	2.0	0.2	0.0	0.1

3.4.1 Índice de Shannon y Olmstead Tukey

De acuerdo con el índice de diversidad de especies de Shannon-Weiner (H'), el valor promedio fue $H' = 0.83 \pm 0.1$. En los monitoreos mensuales la mayor diversidad de especies de peces pelágicos y demersales se presentó en julio y agosto ($H' = 1.04$; $H' = 0.96$), así como también en junio del 2021 con un valor de 1.0 (Figura 12). Las diversidades más bajas se presentaron en noviembre ($H' = 0.63$), y febrero ($H' = 0.69$).

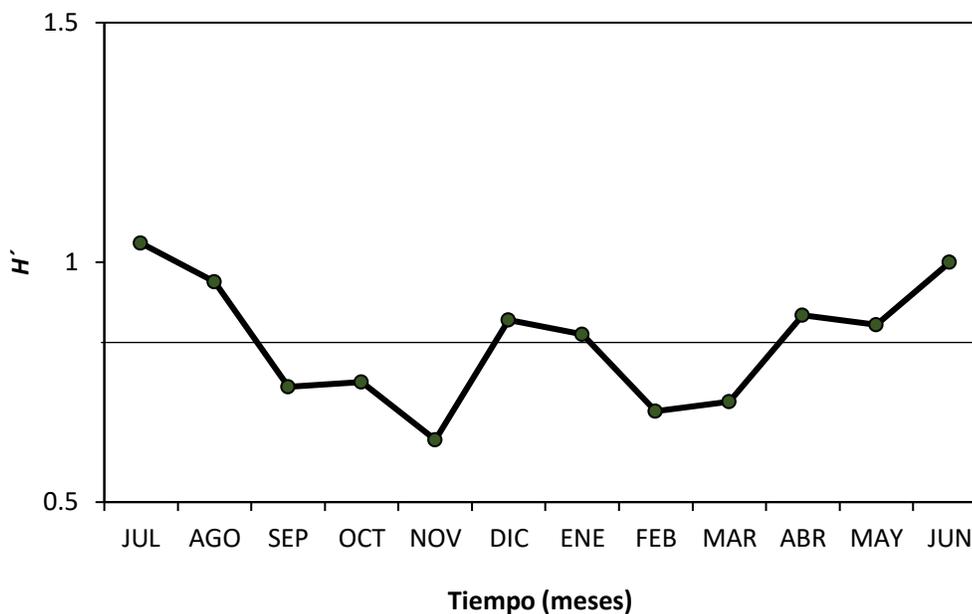


Figura 12. Promedio del Índice de diversidad de las especies de peces (Shannon-Weiner) durante los meses del evento La Niña.

La jerarquización de las especies fue la siguiente: De las 15 especies pertenecientes a la familia Sebastidae, cinco de estas (*S. miniatus*, *S. umbrosus*, *S. constellatus*, *S. auriculatus*, *S. paucispinis*) junto con *P. nebulifer*, *S. pulcher*, *O. elongatus*, *S. chiliensis*, *S. lalandi* y *C. princeps* se consideran “Dominantes” por las altas abundancias y frecuencias de ocurrencias con respecto a la mediana (Figura 12). Como especies “Constantes” se ubicaron *S. guttata*, *S. chlorosticus*, *S. argentea* y *P. clathratus*; y dentro de las especies “Raras” están ocho de las especies restantes de la familia Sebastidae (*S. babcocki*, *S. caurinus*, *S. rastrelliger*, *S. serriceps*, *S. mystinus*, *S. atrovirens*, *S. rosaceus* y *S. levis*), *P. californicus*, *A. nobilis*, *P. maculatofasciatus*, *M. xenarcha* e *I. oxirinchus*. Por otro lado, no se presentó alguna de las especies de peces dentro de la categoría de las “Ocasionales”. Las medianas para la construcción de los cuadrantes fueron equivalentes a 23.53 para las frecuencias de ocurrencia, mientras que para las abundancias estandarizadas en 1.20 (Figura 13).

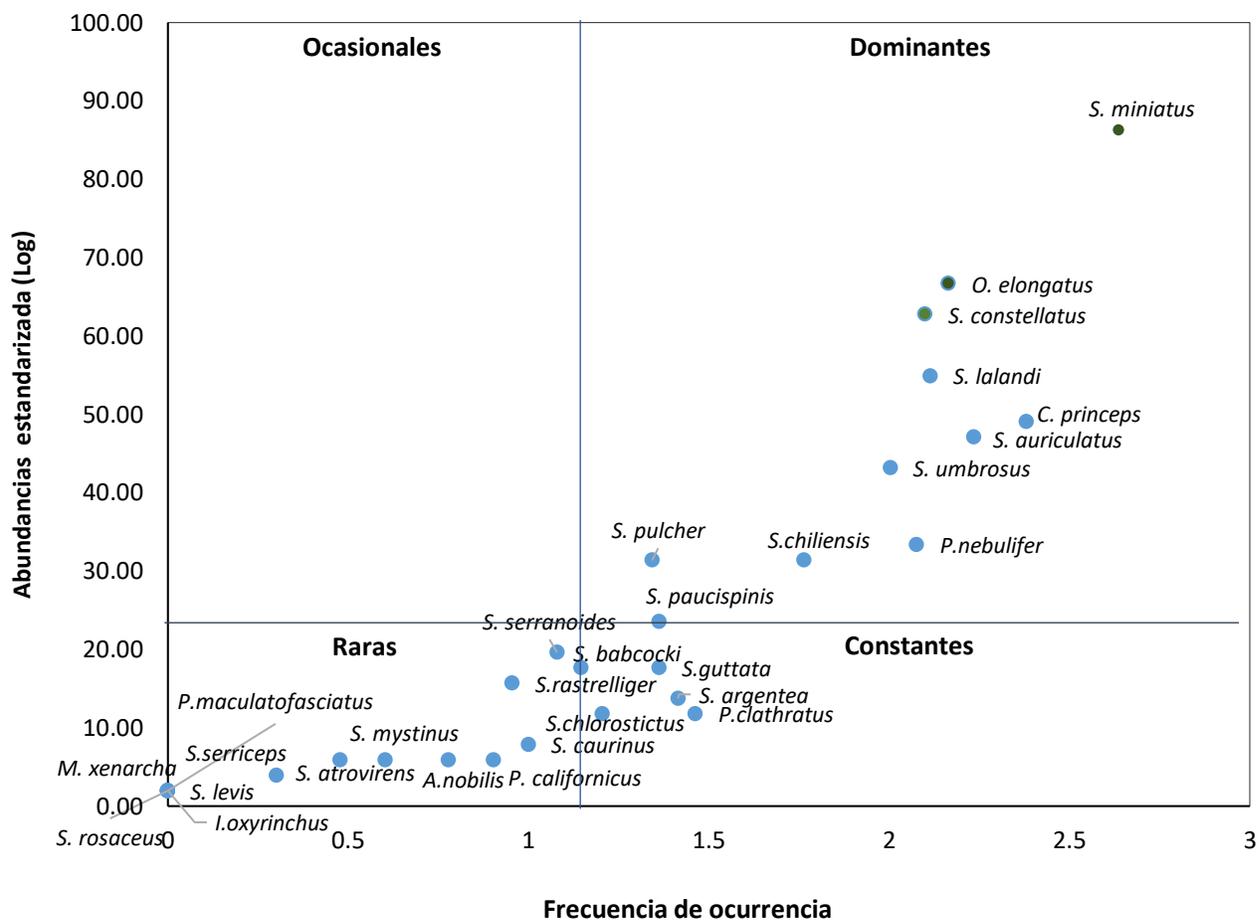


Figura 13. Representación gráfica por cuadrantes a través de la prueba de Olmstead Tukey para la categorización de las especies pelágicas y demersales en el área costera de San Quintín. Las líneas continuas que cruzan el esquema corresponden a la mediana de cada eje.

3.5 Relación de la abundancia y biomasa con la TSM, IS y Concentración de Clorofila a

Debido a la falta de normalidad de los datos de abundancia de peces, se empleó la correlación de Spearman para determinar la relación entre la abundancia y biomasa capturada con la temperatura, surgencias y concentración de clorofila a . En general, la abundancia de los peces capturados por bote y pescador, la clorofila a y el IS mostraron una relación positiva ($\rho=0.32$; $\rho=0.38$ / $\rho=0.37$; $\rho=0.52$) y significativa ($p<0.05$). Sin embargo, la TSM no esclareció asociación significativa con las abundancias (Tabla 6). Con respecto a la biomasa capturada por bote y el IS y clorofila a , se encontró una correlación negativa ($\rho=-0.58$; $\rho=-0.62$) pero significativa ($p<0.05$) a excepción de la TSM ($\rho=0.54$) quien se

relacionó positivamente; del mismo modo, la biomasa capturada por pescador tuvo una buena asociación con la TSM ($\rho = 0.71$) y significancia ($p < 0.05$) (Tabla 6).

Tabla 6. Correlación de Spearman (ρ) entre la abundancia y biomasa (kg) capturada por bote y pescador con respecto a la TSM ($^{\circ}\text{C}$), Índice de Surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y Clorofila a (mg/m^3).

Parámetro	Captura por bote		Captura por pescador	
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
TSM ($^{\circ}\text{C}$)	-0.03; $p=0.80$	0.78; $*p=0.007$	-0.11; $p=0.40$	0.71; $*p=0.002$
Índice de surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$)	0.32; $*p=0.02$	-0.58; $*p=0.007$	0.37; $*p=0.006$	-0.56; $*p=0.001$
Clorofila a (mg/m^3)	0.38; $*p=0.004$	-0.62; $*p=0.001$	0.52; $*p=0.006$	-0.49; $*p=0.002$

* El nivel de significancia es al 95 %.

Con respecto a las especies de peces pelágicos y demersales y las variables oceanográficas, la abundancia y biomasa capturada de pelágicos por bote y pescador estuvo correlacionada negativamente con los eventos de surgencia ($\rho = -0.71$; $\rho = -0.62$) y concentraciones de clorofila a ($\rho = -0.88$; $\rho = -0.70$) con una significancia $p < 0.05$ (Tabla 7); sin embargo, las abundancias ($\rho = 0.55$; $p = 0.002$) y biomasa ($\rho = 0.46$; $p = 0.006$) respondieron positivamente ante el incremento de la temperatura superficial del mar.

Tabla 7. Correlación de Spearman (ρ) entre la abundancia y biomasa (kg) capturada de las especies de peces pelágicos por bote y pescador con respecto a la TSM ($^{\circ}\text{C}$), Índice de Surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y Clorofila a (mg/m^3).

Parámetro	Captura por bote		Captura por pescador	
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
TSM ($^{\circ}\text{C}$)	0.55; $*p=0.002$	0.49; $*p=0.002$	0.49; $*p=0.002$	0.46; $*p=0.006$
Índice de surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$)	-0.71; $*p=0.003$	-0.71; $*p=0.003$	-0.59; $*p=0.004$	-0.62; $*p=0.008$
Clorofila a (mg/m^3)	-0.88; $*p=0.002$	-0.86; $*p=0.006$	-0.70; $*p=0.006$	-0.71; $*p=0.004$

* El nivel de significancia es al 95 %.

Las abundancias capturadas tanto por bote como por pescador no mostraron relación alguna con la temperatura superficial (Tabla 8); no obstante, estas respondieron positivamente a eventos de surgencias

y clorofila a . La asociación de la biomasa capturada por bote y pescador con respecto a los parámetros oceanográficos del área se relacionaron negativamente entre el IS y Chl a con una significancia de $p < 0.05$. Las biomásas respondieron positivamente ante el incremento de la temperatura superficial del océano para las especies demersales (Tabla 8).

Tabla 8. Correlación de Spearman (ρ) entre la abundancia y biomasa (kg) capturada de las especies de peces demersales por bote y pescador con respecto a la TSM ($^{\circ}\text{C}$), Índice de Surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$) y Clorofila a (mg/m^3).

Parámetros	Captura por bote		Captura por pescador	
	Abundancia	Biomasa	Abundancia	Biomasa
TSM ($^{\circ}\text{C}$)	-0.03; $p=0.80$	0.78; $*p=0.007$	-0.11; $p=0.40$	0.71; $*p=0.002$
Índice de surgencia ($\text{m}^3 \text{s}^{-1} 100 \text{m}^{-1}$)	0.32; $*p=0.02$	-0.58; $*p=0.007$	0.37; $*p=0.006$	-0.56; $*p=0.001$
Clorofila a (mg/m^3)	0.38; $*p=0.004$	-0.62; $*p=0.006$	0.52; $*p=0.006$	-0.49; $*p=0.002$

* El nivel de significancia es al 95 %.

Capítulo 4. Discusión

4.1 Temperatura (°C), eventos de surgencia y clorofila *a*

Las costas ubicadas en el Pacífico de Baja California poseen una gran abundancia de peces pelágicos y demersales debido a eventos de menor escala entre las que se destacan las surgencias costeras; así como también eventos de mayor magnitud como “El Frente de Ensenada” y “ENSO” que modulan una porción sureña de la Corriente de California al transportar distintas masas de agua, temperaturas superficiales variables y concentraciones de clorofila *a* que brindan una estimación de la productividad primaria en el océano (Haury et al., 1993; Álvarez-Borrego, 2015). Hasta ahora, los registros de las condiciones oceanográficas en el área costera de San Quintín son escasos en años La Niña, aunque existen bases de datos históricas de ellos reportados en bancos informativos de la NOAA, IMECOCAL y CALCOFI (Arista-Palacios, 2018; Ibarra-González, 2013; Rosales-Casián y Delgadillo-Hernández, 2010; Dotson y Charter, 2003). Si bien, desde el 2011-2021 se han presentado solo cuatro eventos, siendo el del 2020-2021 un evento clasificado como el más moderado de la década.

En el presente trabajo las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar se monitorearon en la región Niño 3.4 a través del Índice Oceánico del El Niño, ONI por sus siglas en inglés (Arista-Palacios, 2018; https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php). Con la información recopilada desde julio 2020, las anomalías de temperatura se encontraron entre - 0.5 y - 1.5 °C (Figura 2). La primera mitad del año de estudio comenzó con un evento débil de La Niña hasta convertirse en moderado. La segunda mitad del periodo de estudio (2021) mostró anomalías negativas, con un intervalo entre - 0.5 a - 1.0 y para junio 2021 se presentó una anomalía $\leq - 0.5$, dando fin al evento La Niña en julio 2021 (<http://www.elnino.noaa.gov>, 2021).

Las condiciones oceanográficas de la costa adyacente han sido estudiadas anteriormente en trabajos de Ibarra-González (2013), Arista-Palacios (2018) y Rosales-Casián (2004) donde las temperaturas más bajas debido a las condiciones invernales y eventos de surgencia generados por la punta rocosa que conecta con la bahía, el flujo de los vientos y afloramientos volcánicos característicos de la zona, inducen una mayor abundancia de especies de fondo. El promedio mínimo de la temperatura superficial del agua de mar (TSM) se presentó en marzo (14.9 ± 0.4 °C) y la máxima durante septiembre y octubre (21.8 ± 0.8 °C); los mínimos coinciden con la temporada de surgencias reportada en la literatura de López-Alcántar (2011), Mirabal-Gómez et al. (2017) y Arista-Palacios (2018). Los trabajos anteriores detectaron temperaturas similares,

exponiendo durante primavera las mínimas partiendo desde febrero hasta abril del 2021 (14.7-15.6 °C) y las máximas en septiembre y octubre 2020 (19.5-21.2 °C).

El evento ENSO es uno de los patrones climáticos cíclicos a escala global que conlleva a una serie de fluctuaciones entre la atmósfera y el mar; de modo que su relación con los vientos alisios e intensificación, presión atmosférica, nivel del mar y temperatura influyen los ecosistemas (NOAA, 2022). Al tratarse de una señal de cambio oceánico que interfiere en los efectos de la capa superficial del mar, los bajos florecimientos fitoplanctónicos (reflejados en la concentración de clorofila a) afectan la abundancia de las especies pelágicas y demersales durante su desarrollo larval-juvenil (Lea y Rosenblatt, 2000).

Al inicio del evento La Niña, la clorofila a superficial presentó concentraciones $< 2.0 \text{ mg/m}^3$ en el área costera, sin embargo, de febrero hasta junio hubo un ascenso en un intervalo de $2.0 - 7.0 \text{ mg/m}^3$ debido a la radiación solar y disponibilidad de nutrientes (Shulenberger y Reid, 1981). Pese a que múltiples trabajos destacan concentraciones $\geq 30 \text{ mg/m}^3$ de clorofila a , la influencia del frente de ensenada y la C.C. con respecto a la disponibilidad de nutrientes en la zona aunado a la intensificación de los vientos alisios indujo un incremento en las concentraciones de clorofila a (Miranda-Álvarez y Millán-Núñez, 2016). La asociación positiva entre la chl a y eventos de surgencias reflejan un desfase de un mes; por lo que se considera la presencia de una fase adaptativa por parte de las especies fitoplanctónicas hacia la incorporación de nutrientes y fotoadaptación al medio (Álvarez-Borrego, 2015; Espinosa-Carreón et al., 2004). Otros autores consideran que estas secuelas ocurren por diferencias en los esfuerzos del viento (cuestiones latitudinales) y características de la topografía local del área de estudio, aunque esta última debe ser evaluada minuciosamente por expertos (Kang y Kug, 2002).

Por otro lado, la TSM y clorofila no se encontraron asociados ($\rho = -0.46$ y $p = 1.00$). Una de las justificaciones fisicoquímicas de dicha situación se ha descrito anteriormente en una investigación realizada por Haury et al., (1993) donde se postula que los valores más altos de clorofila a superficial y producción primaria coinciden con regiones de menor anomalía geopotencial y no con las zonas donde persisten temperaturas bajas. Aparentemente la clorofila a tiene una variación no lineal con la TSM siendo más representativa y dominante en el Pacífico norte y central donde la radiación de onda corta juega un papel importante en su control (Park et al., 2011). La evaluación de esta hipótesis fue aclarada por Sravanthi et al., (2017) quien determinó que había una retroalimentación durante el crecimiento fitoplanctónico inducido por un atrapamiento de calor, es decir, una reducción de este por debajo de la capa de mezcla que restringe temporalmente la adquisición de nutrientes en la parte superior de la columna de agua afectando el desarrollo de las comunidades fitoplanctónicas y clorofila celular. La

comparativa de los parámetros mencionados anteriormente en el área costera de San Quintín esclarecen esta premisa a partir del mes de octubre ante un descenso en la temperatura, pero a la par de un incremento en la concentración de la clorofila *a*.

4.2 Composición de la Ictiofauna

Los bajos rocosos del área costera de San Quintín, fondos arenosos y escolleras de gran magnitud funcionan como moduladores de la biodiversidad marina acreditando la preferencia de la zona hacia pescadores ribereños y deportivos para la captura de ejemplares con fines de lucro o pasatiempo. El listado taxonómico exhibió 4 órdenes, 13 familias y 29 especies (Tabla 1); siendo las familias Sebastidae y Hexagrammidae quienes aportaron un total de 4,472 individuos. Pese a que las cifras aparentan una buena diversidad, estas son bajas comparadas con las del trabajo de Rosales-Casián (1996) quien reportó 71 especies en la zona costera empleando cinco artes de pesca; sin embargo, Arista-Palacios (2018) ubicó 40 especies durante un año neutral en la costa. Ambos autores coinciden en que la familia Sebastidae tuvo un gran aporte en las capturas mensuales durante el evento La Niña.

La pesca deportiva en el área costera de San Quintín se encuentra regida en su mayoría por especies demersales más que pelágicas. La justificación radica en la variabilidad de los eventos de la mesoescala con respecto a los valores de TSM; Ibarra-González (2013), Rodríguez-Santiago y Rosales-Casián (2008) puntualizaron que durante los meses con temperaturas muy bajas predominan las especies de fondo, mientras que cifras más altas promueven una mayor captura de especies pelágicas.

4.3 Abundancias y biomásas

En el presente trabajo, las abundancias registradas a partir de junio 2020 – julio 2021 fueron bajas, donde 18 de las 25 especies de peces demersales acumularon el 90 % de la abundancia total. Consecuentemente, el 65 % de las capturas estuvieron representadas por *S. miniatus*, *C. princeps*, *S. auriculatus*, *O. elongatus* y *S. lalandi* en función de sus abundancias relativas y frecuencia de ocurrencias. Los compendios publicados por Rosales-Casián y González-Camacho (2003), la CDFW (2010) y Arista-Palacios (2018) concuerdan con las mismas especies obtenidas en el presente trabajo proveniente de la costa noroeste de

Baja California. Pese a la escasez de información sobre las abundancias en el área costera de San Quintín, el Convenio Ramsar (2007) y Love et al. 2002 han brindado referencias contundentes sobre la fauna general cuya prevalencia ha estado dominada por especies de la familia Sebastidae en su mayoría, Malacanthidae y Hexagrammidae. Por otro lado, la biomasa total fue mayor a comparación de otros estudios donde el aporte principal fue por parte las especies pelágicas (*S. lalandi* y *S. chiliensis*). Ante un grado de abundancia mínima y biomasa alta, se estima que durante el evento La Niña existen comunidades de peces de gran tamaño cuyo dinamismo está vinculado a las condiciones oceanográficas, características del área (bosques de macroalgas y fondos rocosos) y corrientes marinas dominantes.

Los esfuerzos de captura (CPUE) tanto por bote como por pescador mantuvieron un comportamiento similar. Para ambos casos, las abundancias capturadas más altas se registraron durante octubre, marzo y mayo; mientras que las biomاسas mostraron un patrón opuesto. Aparentemente la adquisición de ejemplares incrementó al haber una reducción de la temperatura superficial del mar e intensidad de los eventos de surgencia, aunque las concentraciones de clorofila *a* en dichos meses mostraron un ascenso.

Por otro lado, las biomاسas por pescador fueron mayores a inicios del periodo de estudio (julio 2020) y durante el otoño (octubre, diciembre y enero), presentándose temperaturas superficiales ligeramente cálidas por arriba de la media anual registrada (17.8 ± 2.4 °C), eventos de surgencias y concentraciones de clorofila *a* bajas. La descripción de dicho comportamiento ha sido mencionada previamente por Bellquist et al. 2016, Arista-Palacios (2018) y Grant y Flores (2016) relacionada con la variación en procesos migratorios de las especies pelágicas de importancia comercial vinculadas con el reclutamiento (Cahuin et al. 2009), supervivencia larval y juveniles (Alheit y Niquen 2004) y reproducción (Mori et al. 2011, Claramunt et al. 2012). No obstante, la preferencia de las especies hacia los pescadores puede ser proporcional a la búsqueda de los capitanes en la identificación de zonas de mayor movimiento, así como también el tipo y calidad de la carnada (Arista-Palacios, 2018; Ibarra-González, 2013). Este último en particular, desempeña un papel fundamental al determinar la composición de las especies objetivo y tallas. Idealmente, primero los peces deben ser atraídos hacia la carnada por su olor, y una vez estando cerca engancharse para morder y ser extraídos del medio (Løkkeborg et al. 2010; Preston et al. 1987).

Las normativas gubernamentales de cada país también son un factor que modifican las CPUE dependiendo del número de ejemplares pelágicos y demersales permitidos para su captura a través de distintas artes de pesca (Coleman, 2004; Cooke y Cowx, 2006). Para este caso, la pesca deportiva no es realizada con fines comerciales sino de relajación, de manera que la demanda y sobreexplotación de las especies es un problema que muchas pesquerías con fines comerciales han enfrentado con el paso de los años (Hyder et

al., 2020). Hoy en día la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, mediante la Norma Oficial Mexicana (NOM-017-PESC-1994) estipulan que la captura de especies demersales consta de un máximo de 20-30 ejemplares por pescador al día; mientras que las especies pelágicas (al tener una mayor importancia monetaria) solo permite 5 individuos y en algunas especies solo dos o un individuo. En general, la captura media de 2020-2021 estuvo determinada por 29.6 ± 5.9 peces demersales y 4.2 ± 2.3 peces pelágicos por embarcación, con una equivalencia por pescadores en el área costera de 10.9 ± 5.5 por parte de los peces demersales y 1.5 ± 0.1 pelágicos. Aunando la regulación de la CDFW (2022) y CONAPESCA (2020) el rango de especies objetivo no debe excederse de diez ejemplares por pescador para especies de fondo y cinco ejemplares por pescador en pelágicos. Por consiguiente, las cifras obtenidas de los capitanes y pescadores deportivos en la costa de San Quintín cumplen con los lineamientos establecidos por la Norma Oficial Mexicana pese al leve exceso en peces de fondo.

4.4 Importancia de las especies

Con base en el ICI (Índice de Importancia de la Comunidad) se reconocieron cinco especies importantes, de las cuales cuatro son demersales y una sola es pelágica. *S. miniatus* (rocot rojo), *O. elongatus* (lingcod), *C. princeps* (blanco), *S. auriculatus* (rocot café) y *S. lalandi* (jurel). Tras la incorporación de biomاسas en el IRI (Índice de Importancia Relativa) se identificaron las mismas, pero con cambios en su orden. El rocot rojo se mantuvo en la misma posición, empero la mayor cantidad de biomasa capturada del jurel cambió su orden al segundo lugar de importancia seguido del lingcod y el blanco en importancia respectivamente. Ambos índices coincidieron en determinar las cinco especies de peces de mayor importancia que son capturadas por la pesca deportiva de San Quintín, aunque en diferente orden de importancia.

Por ende, se entiende que más del 80 % de las abundancias y ocurrencias en la zona costera de San Quintín corresponden a especies demersales durante el evento La Niña. La organización de los peces capturados en función de su frecuencia de ocurrencia, abundancia relativa y biomاسas acumuladas es muy cercana a la que realizó Arista-Palacios (2018) y Rosales-Casián y González-Camacho (2003) en sus listados de abundancia e importancia de especies capturadas tanto por la pesca deportiva como artesanal, respectivamente en las costas de B.C., México. Aunque se determinó que una sola especie pelágica (*S. lalandi*) se encontraba entre los de mayor biomasa y captura, la TSM y sus abundancias son directamente proporcionales (Ibarra, 2013). Ante un aumento de la TSM, las tasas de captura se verán beneficiadas hacia la pesca de peces pelágicos; mientras que bajas TSM inducirán la captura de peces demersales.

4.4.1 Diversidad y dominancia

La diversidad biológica promedio (H' , Shannon-Weiner) fue moderada en los primeros y últimos meses del periodo de estudio con $H' \leq 1.0$, ajustándose a las bajas anomalías de TSM correspondientes a la fase Neutral del ENSO (NOAA, 2022) y eventos de surgencia moderados propios del área que brindan las condiciones necesarias para la ocurrencia de especies demersales y pelágicas. En general, gran parte de las diversidades mensuales se encontraron por debajo o cerca de la media ($H' = 0.83$) pero al mismo tiempo muy lejana del máximo valor establecido de 1.5 (Saha et al., 2017 y Patil y Taillie, 1982); de manera que durante el evento La Niña la diversidad presentada en este estudio se considera media.

A través de la prueba por cuadrantes se encontró que el 38 % (11 de 29 especies) de los taxones identificados fueron catalogados como “Dominantes”, donde gran parte de los peces capturados coinciden con los reportados en las investigaciones de Rosales-Casián (1996). Sin embargo, las “Raras” contribuyeron a un alto porcentaje de la comunidad (45 %) provenientes de la familia Sebastidae. Sin embargo, las “Constantes” y “Ocasionales” presentaron un porcentaje mínimo hacia la comunidad del 14 % (4 de 29 especies). La ocurrencia de especies poco frecuentes como *S. levis* (rocot gallo), *S. rosaceus*, (rocot rosado) e *I. oxyrinchus* (mako aleta corta) podría estar arraigada al grado de adaptabilidad bajo condiciones extremas de temperatura (Butler et al. 2003), además de que los fondos rocosos y bosques de macroalgas son ideales para la adquisición de alimento en especies carnívoras como es el caso de los peces pelágicos y demersales.

4.5 Correlación de las abundancias y biomásas con la TSM, surgencias y chl α

El calentamiento global modifica la distribución de las comunidades de peces a un ritmo sin precedentes en los ambientes marinos al desafiarlos frente a cambios extremos físicos-biológicos (Punzón et al., 2021). Hasta ahora, el efecto del cambio de la temperatura superficial del mar y surgencias en la bahía y costa adyacente de San Quintín con respecto a las abundancias de peces capturados se ha reportado en múltiples trabajos (Ibarra-González, 2013; Arista-Palacios, 2018, Rosales-Casián y González-Camacho, 2003) donde la presencia de especies demersales domina por sobre los pelágicos debido a las características oceanográficas del área. Consecuentemente, los peces pelágicos han demostrado una mayor afinidad por isotermas y masas de agua cálidas (Lucey y Nye, 2010; Arista-Palacios, 2018); mientras que los demersales están arraigados a temperaturas frías (Ibarra-González, 2013).

Al considerar que el año de estudio abarcó un evento La Niña moderado, se determinó la asociación positiva entre los eventos de surgencia y concentraciones de clorofila a por parte del Sistema de Corriente de California que no solo incorpora aguas subárticas ricas en nutrientes, sino también la intensificación del Frente de Ensenada ante un desplazamiento latitudinal por acción los vientos alisios que dan como resultado, puntos de convergencia estacional (Álvarez-Borrego, 2015). Empero, a comparación de años Niño y neutrales las capturas no mostraron diferencias significativas con la temperatura superficial del mar.

Las biomásas capturadas, en contraparte con las abundancias, responden positivamente ante un incremento de la temperatura superficial del mar; aunque la relación con las surgencia y clorofila a demuestran una relación negativa pero relevante. La composición de la ictiofauna se encuentra estructurada en un 86 % por especies demersales cuya alimentación es carnívora durante la fase juvenil-adulta (Love et al. 2002) de manera que el análisis de las correlaciones entre los parámetros oceanográficos esclarece la ocurrencia de individuos de mayor tamaño con estrés térmico reflejado en la actividad metabólica ante las bajas tasas de biomasa obtenidas por pescador y bote.

Capítulo 5. Conclusiones

- La temperatura superficial del mar en el área costera de San Quintín durante el periodo del presente estudio fue ligeramente más baja de lo normal debido a la intensificación de los vientos y surgencias magnificadas por las condiciones La Niña y puntas rocosas, así como también el flujo de masas de agua provenientes del Frente de Ensenada y del Sistema de Corriente de California.
- El incremento de las concentraciones de clorofila *a* esta vinculada posiblemente con los eventos de surgencia locales.
- La composición de la ictiofauna capturada por la pesca deportiva en la costa de San Quintín se encuentra estructurada por dos clases, cuatro órdenes, 13 familias y 29 especies, de las cuales 25 pertenecen al grupo de peces demersales y cuatro al grupo de peces pelágicos.
- Las especies de peces demersales más abundantes a lo largo del periodo de estudio fueron en orden descendente el rocot rojo (*S. miniatus*), el pez blanco (*C. princeps*) y el rocot café (*S. auriculatus*); mientras que de los pelágicos se destacan el jurel (*S. lalandi*) y la bonita (*S. chiliensis*), estos últimos en menor proporción, pero con un mayor aporte en biomasa a comparación de los rocots.
- Las especies más importantes registradas dentro del área costera de San Quintín en función de su abundancia, biomasa y frecuencia fueron *S. miniatus*, *S. lalandi*, *O. elongatus* y *C. princeps*.
- Las embarcaciones y pescadores que participan en la pesca deportiva dentro del área costera de San Quintín cumplen con las cuotas de capturas aprobadas por la Norma Oficial Mexicana.
- Las comunidades de peces en el evento La Niña reflejaron una diversidad media y cuyas ocurrencias de especies fueron clasificadas en “Dominantes y Raras”; mientras que las de menor presencia fueron ubicadas en las categorías “Constantes y Ocasionales”.

- La abundancia capturada de las especies de peces demersales en la zona costera de San Quintín se relaciona significativamente de manera positiva con las surgencias permanentes y clorofila a , pero no hay una asociación con respecto a la temperatura superficial del mar.
- La biomasa capturada de las especies demersales responde positivamente a un incremento en la temperatura superficial del mar, mientras que los eventos de surgencia y clorofila a están relacionados significativamente de manera negativa con la biomasa.
- La abundancia y biomasa capturada de los peces pelágicos en la costa de San Quintín se relaciona significativamente de forma positiva con la temperatura superficial del mar, pero negativamente con las surgencias permanentes y concentraciones de clorofila a .

Literatura citada

- Aguilar-Rosas, R., López-Carrillo M. y Aguilar-Rosas L.E. 2005. Macroalgas marinas de la Bahía de San Quintín, Baja California, México. *Polibotánica*, 1(19), 19-38.
- Alheit, J., y Niquen, M. 2004. Regimen shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography*. doi: 10.1016/j.pocean.2004.02.006
- Álvarez-Borrego, S. 1976. Hidrología de la Bahía de San Quintín, Baja California, en invierno y primavera. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 1(2), pp. 31–62.
- Álvarez-Borrego, S., Acosta-Ruíz, M.J., y Lara-Lara J.R. 1977. Hidrología comparativa de las bocas de dos anti-estuarios de Baja California. *Ciencias Marinas UABC*, 4(1), pp. 1-11. doi: 10.7773/cm. v4i1.307
- Álvarez-Borrego, S. 2004. Dinámica de nutrientes y fitoplancton en una laguna costera fuertemente afectada por surgencias costeras. *Ciencias Marinas UABC*, 34(1), pp. 1-19.
- Álvarez-Borrego, S. 2015. Nutrient and phytoplankton dynamics in a coastal lagoon strongly affected by coastal upwelling. *Ciencias Marinas*, 30(1), pp. 1-19. doi: 10.7773/cm. v30i1A.2510
- Arista-Palacios, V.B. 2018. Variabilidad temporal de las especies de peces demersales y pelágicos capturados por la pesca deportiva-recreativa de San Quintín, Baja California. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 59 pp.
- Artaev, O. N., y Ruchin, A. B. 2016. Prussian and crucian carp: confindness to various types of waters and co-inhabiting species in water bodies within the Mid-Volga Region. *Ecology, Environment and Conservation Paper*, 22(3), pp. 1497-1502.
- Baigún, C. 2013. Manual para la Gestión Ambiental de la Pesca Artesanal y la Buenas Prácticas Pesqueras en la Cuenca del Rio Parana, Argentina. Fundación Humedales / Wetlands International-Buenos Aires, pp. 26-34.
- Bakun, A. 1973. Coastal upwelling indices, west coast of North America. US Department of Commerce. Informe técnico N° 2. National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S., 23 pp.
- Bakun, A. 1978. Daily and weekly upwelling indices west coast of North America, 1967-73. U.S. Technical Report N° 3. National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S., 113 pp.
- Bellquist, L.F. y Semmens, B.X. 2016. Temporal and spatial dynamics of “trophy”-sized demersal fishes off the California (USA) coast, 1966 to 2013. *Marine Ecology Progress Series*, 547(1), pp. 1-18.
- BIGFISH. 2021. NOM-017-PESC-94, norma que regula la pesca deportiva en México. Consultado el 09 de mayo de 2022, de <https://www.bigfish.mx/360/NOM-017-PESC-94-norma-que-regula-pesca-deportiva-en-Mexico-20210208-0001.html>

- Butler, J.L., Larry, D., Jacobson, J., Barners, T., y Geoffrey-Moser, H. 2003. Biology and population dynamics of cowcod (*Sebastes levis*) in the southern California Bight. National Oceanic and Atmospheric Administration. Fishery Bulletin, 101 (1), pp. 260-280.
- Canino, R., Sánchez, A., Bennett, A., Chávez, N.V., Ashida, E., Orozco, N., y Bustos-Serrano, H. 2017. Condiciones químicas y nutrientes en Bahía San Quintín durante mareas vivas. Informe técnico. Universidad Autónoma de Baja California, 24 pp.
- Cahuin, S.M., Cubillos, L.A., Ñiquen, M., y Escribano, R. 2009. Climatic regimens and the recruitment rate of anchoveta, *Engraulis ringens* off Peru. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 84 (4), pp. 591-597. doi: 10.1016/j.ecss.2009.07.027
- Cervantes-Duarte, R., López-López, S., González-Rodríguez, E., y Futema-Jiménez, S. 2010. Ciclo estacional de nutrientes, temperatura, salinidad y clorofila *a* en Bahía Magdalena. BCS, México. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Oceanides, 25(3), 111-120. doi: 10.37543/oceanides.v25i2.87
- CDFW California Department of Fish and Wildlife. 2010. List of Federally Managed Groundfish Species. California Natural Resources Agency, Ecology marine. Consultado el 26 de abril del 2022, en: www.dfg.ca.gov/marine
- Chávez, F.P., Pennington, J.T., Castro, C.G., Ryan, J.P., Michisaki, R.P., Schlining, B., Walz, P., Buck, K.P., McPhaden, A., y Collins, A. 2002. Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in central California waters. Progress in Oceanography, 54(1), pp. 205-232. doi: 10.1016/S0079-6611(02)00050-2
- CIIFEN Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. 2021, junio. El Niño-Oscilación del Sur. Consultado el 12 de junio del 2021, de <https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-sur/>
- Claramunt, G., Castro, L.R., Cubillos, L.A., Hirche, H., Pérez, G., y Braun, M. 2012. Inter-annual reproductive trait variation and spawning habitat preferences of *Engraulis ringens* off northern Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía ,47(2), pp. 227-243. doi: 10.4067/S0718-19572012000200006
- Coleman, F.C. 2004. The impact of United States recreational fisheries on marine fish populations. Science of California, 305(1), pp. 1958–1960. doi: 10.1126/ciencia.1100397
- CONAPESCA Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. 2020. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca, México. Consultado el 20 de febrero del 2022, de <https://www.gob.mx/conapesca/documentos/anuario-estadistico-de-acuicultura-y-pesca>
- Cooke, S.J. y Cowx, I.G. 2006. Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environment. Biological Conservation, 128(1), pp. 93-108. doi: 10.1016/j.biocon.2005.09.019
- Dalgaard, P. 2008. Introductory Statistics with R. (2a. ed). Springer. Spring Street, New York.

- DOF Diario Oficial de la Federación. 2013, mayo. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Consultado el 13 de abril de 2022, de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5323155&fecha=25/11/2013
- Dotson, R.C. y Charter, R.L. 2003. Trends in the Southern California sport fishery. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 44(1), pp. 90-103.
- Espinosa-Carreón, T.L., Strub, P.T., Beier, E., Ocampo-Torres, F., y Gaxiola-Castro, G. 2004. Seasonal and interannual variability of satellite-derived chlorophyll pigment, surface height, and temperature off Baja California. *Journal Geophysical Research*, 109(3), 030-039.
- Espinosa-Carreón, T.L., Gaxiola-Castro, G., Beier, E., Strub, P.T. y Kurczyn, A. 2012. Effects of mesoscale processes on phytoplankton chlorophyll off Baja California. *Journal of Geophysical Research*, 117(1), pp. 2-3. doi: 10.1029/2011JC007604
- Estrada, M. y Blasco, D. 1979. Dos fases de la comunidad de fitoplancton en la surgencia de Baja California. *Centro de Ciencias del Mar Limnología y Oceanografía*. IPN, 26(14), pp. 1065-1080.
- FAO Food and Agriculture Organization y SAGARPA Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2014, noviembre. Diagnóstico del sector rural y pesquero de México 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Ciudad de México. Consultado el 20 de febrero de 2022, de <https://www.fao.org/publications/card/es/c/93c2dae9-c50d-48ad-b6cd-807fa5554483/>
- Flores-Vidal, X. 2006. Circulación residual en Bahía San Quintín, B.C. México. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 80 pp.
- Galindo-Cortes, G., Anda-Montañez, J.A., Arreguín-Sánchez, F., Silvia-Salas, E.F. 2010. How do environmental factors affect the stock–recruitment relationship? The case of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) of the northeastern Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 102(1), pp. 173-183. doi: 10.1016/j.fishres.2009.11.010
- Gaona-Hernández, A. 2019. Estructura de la comunidad de copépodos calanoides en dos zonas contrastantes del golfo de México, en función de condiciones oceanográficas. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 93 pp.
- García-Esquivel, Z., González-Gómez, M., Ley-Lou, F., y Mejía-Trejo, A. 2004. Potencial de cultivo de ostras en el brazo oeste de la Bahía de San Quintín: Biomasa actual y estimación preliminar de la capacidad de carga. *Ciencias Marinas*, 30(1), pp. 61–74.
- Gorsline, D., y Stewart R. 1962. Benthic marine exploration of Bahia de San Quintin, Baja, California, 1960-1961: marine and Quaternary geology. *Pacific Naturalist*, 8(3), pp. 282-319.

- Gracia-Escobar, F., Millán-Núñez, R., Valenzuela-Espinoza, E., González-Silvera, A. y Santamaría-del-Ángel, E. 2015. Changes in the composition and abundance of phytoplankton in a coastal lagoon of Baja California, México, during 2011. *Open Journal of Marine Science*, 5(2), pp. 169-181. doi: 10.4236/ojms.2015.52014
- Grant, D.A., y Flores, D. 2016. Influencia de El Niño Oscilación del Sur en la disponibilidad y abundancia de recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal en Ica, Perú. *Revista de biología marina y oceanografía*, 51(2), pp. 265-272. doi: 10.4067/S0718-19572016000200005
- Haldorson, L. y Love, M. 1991. Maturity and fecundity in the rock-fishes, *Sebastes* spp., a review. *Marine Fisheries Review*, 53(2), pp. 25–31.
- Haurly, L.R., Venrick, E., Fey, C.L., McGowan, J.A. y Neil, P.P. 1993. The Ensenada front: July 1985. *California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports*, 34(1), pp. 69–88.
- Hernández-Ayón, J., Galindo-Bect, M.S., Camacho-Ibar, V.F., García-Esquível, Z., González-Gómez, M.A., Ley-Lou, F. 2004. Dinámica de los nutrientes en el brazo oeste de Bahía San Quintín, Baja California, México, durante y después de El Niño 1997/1998. *Ciencias marinas*, 30(1), pp. 119-132.
- Hernández-López, J., Camacho-Ibar, V., Macías-Tapia, A., McGlathery, K.J., Daessle, L., y Sandoval-Gil, J.M. 2017. Benthic nitrogen fixation in *Zostera marina* meadows in an upwelling-influenced coastal lagoon. *Ciencias Marinas*, 43(1), pp. 35–53. doi: 10.7773/cm. v43i1.2700
- Hyder, K., Maravelias, C.D., Kraan, M., Radford, Z., Prellezo, R. 2020. Marine recreational fisheries—current state and future opportunities. *ICES, Journal of Marine Science*, 77(6), pp. 2171–2180. doi: 10.1093/icesjms/fsaa147
- Ibarra-González, A. E. 2013. Variación interanual de las especies de peces pelágicos capturados por la pesca deportiva de San Quintín, B.C., México, durante año neutral, El Niño y La Niña 2008-2011. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 60 pp.
- INAFED Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2021. Características del estado de Baja California. Consultado el 10 de marzo de 2022 de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM02bajacalifornia/mediofisico.html>
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. 2019. Pesca y acuicultura: Censos Económicos 2019. Consultado el 07 de diciembre de 2021 de https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198978.pdf
- Kahru, M., Kudela, R., Manzano-Sarabia, M., y Mitchell, G. 2007. Trends in primary production in the California Current detected with satellite data. *Journal of Geophysical Research*, 114(4), pp. 20-40. doi: 10.1029/2008JC004979
- Kang, I.S. y Kug, J.S. 2002. El Niño and La Niña Sea surface temperature anomalies: Asymmetry characteristics associated with their wind stress anomalies. *Journal of Geophysical Research*, 107 (19), pp. 2-3. doi: 10.1029/2001JD000393

- Kjerfve, B. 1994. Coastal Lagoon Processes. Coastal Lagoon Processes, Amsterdam. Elsevier Oceanography Series, 60 (1), pp. 1-15. doi: 10.1016/S0422-9894(08)70006-0
- Klett-Trauslen, A.; Ponce-Díaz, G., y Ortega-García, S. 1996. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur, potencial pesquero y acuícola de BCS, México. Secretaria del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 389-418 pp.
- Lambert, C.D., Bianchi, T.S. y Santschi, P.H. 1999. Cross-shelf changes in phytoplankton community composition in the Gulf of Mexico (Texas shelf/slope): use of plant pigments as biomarkers. Continental Shelf Research, 19 (1), pp. 10-21.
- Lara-Lara, J., y Álvarez-Borrego, S. 1975. Ciclo anual de clorofilas y producción orgánica primaria en Bahía San Quintín, B. C. Ciencias Marinas, 2(1), pp. 77-97. doi: 10.7773/cm.v2i1.266
- Lea, R. N. y Rosenblatt, R. H. 2000. Observations on fishes associated with the 1997-1998 El Niño off California. California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations Reports, 41(1), pp. 117-129.
- Love, M.S., Yoklavich, M. y Thorsteinson, L. 2002. The rockfishes of the northeast pacific. University of California Press. doi: 10.1086/378000
- Løkkeborg, S., Fernö, A., y Humborstad, O.B. 2010. Behavior of marine fishes: capture processes and conservation challenges. Wiley, Oxford, UK. Consultado el 29 de abril de 2022, de <https://afspubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/mcf2.10007>
- López-Alcántar, D.G. 2011. Variabilidad espacio temporal de la clorofila a y la productividad primaria en el sistema frontal de Baja California sur. Tesis de maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para Desarrollo Integral Regional-Sinaloa, 89 pp.
- Lucey, S.M. y Nye, J.A. 2010. Shifting species assemblages in the Northeast US Continental Shelf Large Marine Ecosystem. Marine Ecology Progress Series, 415: 23-33. doi: 10.3354/meps08743
- Lynch, A., Cooke, S.J., Deines, A., Shannon, D.B., Bunnell, D., Cowx, I., Nguyen, M., Nohner, J., Kaviphone, B., Woelmer, W.T., Whitney, W., So-Jung, Y. y Beard T. Douglas, J. 2016. La importancia social, económica y ambiental de los peces y las pesquerías continentales. Revisiones Ambientales, 24(2), pp. 115-121.
- Mancera-Pineda, J.E., Gavio, B., y Lasso-Zapata, J. 2013. Principales amenazas a la biodiversidad marina. Actualidades Biológicas, 35(99), pp. 111-133.
- Manjares-Martínez, L.M., Gutiérrez-Estrada, J.C., Mazenet-González, J., y Soriguer, M.C. 2010. Seasonal patterns of three fish species in a caribbean coastal gill-net fishery: biologically induced or climate-related aggregations? Fisheries research, 106: 358-367. doi: 10.1016/j.fishres.2010.09.005
- Mason, J.E. y Bakun, A. 1986. Actualización del índice de afloramiento en la costa oeste de EE. UU., latitud 33 °N-48°N. Departamento de Comercio de E. U. National Oceanic and Atmospheric Administration.

Consultado el 01 de marzo de 2022, de <https://www.pfeg.noaa.gov/products/PFEL/modeled/indices/upwelling/upwelling.html>

- MEXIFISH México Fishing Reports. 2007. Artículos de pesca de San Quintín, mapas, informes de pesca, temporadas pico, puntos calientes e información de viajes de vacaciones para los principales lugares de pesca deportiva de San Quintín, México. Consultado el 29 de febrero de 2022, de <https://www.mexfish.com/sqnt/sqnt.html>.
- Millán-Núñez, R., Álvarez-Borrego, S., Nelson, D. 1982. Effects of physical phenomena on the distribution of nutrients and phytoplankton productivity in a coastal lagoon. *Ciencias costeras y de la plataforma estuarina*, 15(3), pp. 317-335.
- Millán-Núñez, R., Millán-Núñez, E., Álvarez-Borrego, S., Trees, C.C., y Santamaría-del-Ángel, E. 2004. Variabilidad de la comunidad del fitoplancton en Bahía San Quintín estimada mediante el análisis de pigmentos. *Ciencias marinas*, 30(1), pp. 145-153. doi: 10.7773/cm.v30i11.113
- Miller, D.J. y Lea, R.N. 1972. Guide to the coastal marine fishes of California. California Department of Fish and Game. Fish Bulletin, UC San Diego: Library – Scripps Digital Collection. Consultado el 05 de mayo del 2022, de <http://www.nativefishlab.net/library/textpdf/15272.pdf>
- Mirabal-Gómez, U., Álvarez-Borrego, A., y Lara-Lara, J.R. 2017. Variabilidad de la biomasa y la producción fitoplanctónicas, derivadas de satélite, en 2 áreas costeras contrastantes: frente al sur de California y frente al norte de Baja California. *Ciencias Marinas*, 43(4), pp. 229-248. doi: 10.7773/cm.v43i4.2763.
- Miranda-Álvarez, A.C. y Millán-Núñez, E. 2016. Phytoplankton oceanographic characterization during El Niño 2004 event in the northwest region of Baja California, Mexico. *Revista Bio Ciencias*, 4(2), pp. 61-81. doi: 10.15741/revbio.04.02.01
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Zaragoza.
- Mori, J., Buitrón, B., Perea, A., Peña, C., y Espinoza, C. 2011. Interannual variability of the reproductive strategy of the Peruvian anchovy off northern-central Perú. *Ciencias Marinas*, 37(4), pp. 513-525. doi: 10.7773/cm.v37i4B.1872
- NASA National Aeronautics and Space Administration. 2022. Ocean Phytoplankton- How do El Niño and La Niña influence ocean chlorophyll? Consultado el 13 de febrero del 2022, de <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/>
- Neave, H.R., y Worthington, P.L. 1988. Distribution-free Test. Unwin Hyman, Londres. *Journal of the Royal Statistical Society Series A*. doi: 10.2307/2982942
- Nelson, J.S., Grande, T.C., y Wilson, M.V.H. 2016. *Fishes of the World* (5a. ed). John Wiley and Sons. Inc., Hoboken, N.J. doi: 10.1002/9781119174844

- NOAA National Oceanic and Atmospheric Administration. 2022. National Weather Service. Climate Prediction Center. Cold & Warm Episodes by Season. Consultado el 17 de abril de 2022, de: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php
- O'Brien, K.M. 2011. Mitochondrial biogenesis in cold-bodied fishes. *Journal of Experimental Biology*, 214(2), pp. 275–285. doi: 10.1242/jeb.046854
- Park, J.Y., Kug, J.S., Park, J., Yeh, S.W., y Jang, C.J. 2011. Variability of chlorophyll associated with El Niño–Southern Oscillation and its possible biological feedback in the equatorial Pacific. *Journal of investigation geophysical*, 116(1), pp. 1-2. doi: 10.1029/2011JC007056
- Patill, G.P. y Taillie, C. 1982. Diversity as a concept and its measurement. *Journal of the American Statistical Association*, 77(1), pp. 548-561. doi: 10.2307/2287709
- Petrere, M., Walter, T., y Minte-Vera, C.V. 2006. Income evaluation of small-scale fisheries in two Brazilian urban reservoirs: Represa Billing (SP). *Brazilian Journal of Biology*, 66(3), pp. 483-491. doi: 10.1590/S1519-69842006000500007.
- Pinkas, L., Oliphant, M.S., Iverson, I.L.K. 1971. Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in California waters. California Department of fish and Game. *Fish bulletin*, 1(1), pp. 105-152.
- Pla, L. 2006. Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. *Interciencia*, 31(8), pp. 583-590.
- Poumian-Tapia, M. 1995. Sobre la cuantificación de la biomasa de *Zostera marina* L. en Bahía San Quintín BC, durante un ciclo anual. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B.C., 152 pp.
- Preston, G.L., Chapman, L.B., Taumaia, P. 1987. Trolling techniques for the Pacific Islands: a manual for fishermen. Noumea, New Caledonia: South Pacific Commission. Consultado el 16 de mayo de 2022, de <https://purl.org/spc/digilib/doc/aaupq>
- Punzón, A., López-López, L., González-Irusta, J.M., Preciado, I., Hidalgo, M., Serrano, A., Tel, E., Somavilla, R., Polo, J., Blanco, M., Ruiz-Pico, S., Fernández-Zapico, O., Velasco, F., Massuti, E. 2021. Tracking the effect of temperature in marine demersal fish communities. *Ecological Indicators*. Consultado el 21 de abril de 2022, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20310815>
- Ramsar. 2007. Ficha informativa Ramsar Bahía de San Quintín, B.C., México. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Consultado el 26 de abril de 2022, de <https://rsis.ramsar.org › RISapp › files › documents>
- Rodríguez-Santiago, M.A. y Rosales-Casián, J.A. 2008. Abundance and size composition of vermilion rockfish, *Sebastes miniatus* (Jordan and Gilbert 1880), from sport fishing catches of San Quintín, Ensenada, B.C., México. *Southern California Academy of Sciences*, 107(1), pp. 25-32. doi: 10.3160/0038-3872(2008)107[25: AASCOV]2.0.CO;2

- Rosales-Casián, J.A. y Delgadillo-Hernández H. 2010. Abundancia anual y estacional de las especies de peces capturadas por la pesca deportiva de San Quintín, Baja California, México, durante 2009. Reporte interno. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, B. C., 30 pp.
- Rosales-Casián, J. A. 2004. Composición, Importancia y movimiento de los peces de Bahía de San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 30(1), pp. 109-117.
- Rosales-Casián, J.A. 1996. Ictiofauna de la Bahía de San Quintín, Baja California, México, y su Costa Adyacente. *Ciencias Marinas*, 22(4), pp.443-458. doi: 10.7773/cm.v22i4.875
- Rosales-Casián, J.A. y González-Camacho, J.R. 2003. Abundance and Importance of fish species from the artisanal fishery on the Pacific coast of Northern Baja California. *Bulletin of Southern California Academy of Science*, 102(2), pp. 51-65.
- Saha, D., Pal, S., Rahaman, S.H., Nandy, G., Chakraborty, A., Aditya, G. 2017. Exploitation pattern of small indigenous fish species: observations from fish markets of rural West Bengal, India. *AACL Bioflux*, 10(1), pp. 381–390.
- SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. 2013. Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, México. Consultado el 09 de enero del 2022, de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/convocan-sagarpa-y-conapesca-al-foro-economico-de-pesca-y-acuacultura-2013>
- Silva-Cota, S. y Álvarez-Borrego, S. 1988. The “El Niño” effect on the phytoplankton of the Northwestern Baja California coastal lagoon. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 27(1), pp. 109–115. doi: 10.1016/0272-7714(88)90034-0
- Shannon, C.E. y Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press. Urbana, IL, EE.UU.
- Shulenberg, E., y Reid, J. L. 1981. The Pacific shallow oxygen maximum, deep chlorophyll maximum, and primary productivity, reconsidered. *Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers*, 28(9), pp. 901–919. doi: 10.1016/0198-0149(81)90009-1
- Sravanthi, N., Yunus, A., y Narayana, A.C. 2017. Merging gauge data and models with satellite data from multiple sources to aid the understanding of long-term trends in chlorophyll-a concentrations, *Remote Sensing Letters*, 8(5), pp. 419-428. doi: 10.1080/2150704X.2016.1278308
- Steel G.D.R., y Torrie, H.J. 1981. Chapter 24: Non-parametric statistics. *Principles and procedures of statistics: A biometrical approach*. (2a. ed). Tokyo: McGrawHill International Book Company.
- Stephens, J.S. y Zerba, K.E. 1981. Factors affecting fish diversity on a temperate reef. *Environmental Biology of Fishes*, 6(1), pp. 111-121. doi: 10.1007/BF00001373

- The PEW Charitable Trust. 2013. The state of the science: Forage Fish in the California Current. The environment group, Ocean Science. Consultado el 16 de abril del 2022, de https://www.pewtrusts.org › peg › other_resource
- Thomas, A.C., Huang, F., Strub, P.T., y James, C. 1994. Comparison of the seasonal and interannual variability of phytoplankton pigment concentrations in the Peru and California Current systems. *Journal of Geophysical Research*, 99(4), pp. 7355-7370. doi: 10.1029/93JC02146
- Valencia-Gasti, J.A., Baumgartner, T., Durazo, R., y Harris, C. 2015. Efectos del clima oceánico sobre el ciclo de vida y la distribución de peces pelágicos menores en el Sistema de la Corriente de California, frente a Baja California. *Ciencias Marinas*, 41(4), pp. 315-348.
- Von Borstel-Juárez, O.S., Beltrán-Morales, L.F., Ponce-Díaz, G., Almendarez-Hernández, L.C., Meza-Cuellar, N.A. y Zepeda-Domínguez, J.A. 2019. Caracterización socioeconómica de la pesca deportiva en tres localidades de Baja California Sur, México. *Sociedad y Ambiente*, 21(1), pp. 207-226.
- Weber, E., Baumann-Pickering, S., Baumgartner, T., Bjorkstedt, E., Bograd, S., et al. 2021. Estado de la corriente de California 2019-2020: ¿Regreso al futuro con olas de calor marinas? U.C., San Diego. Consultado el 16 de abril de 2022, de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2021.709454/full>
- Yáñez, R., González, C., Barbieri, M. 1995. Estructura térmica superficial de la mar asociada a la distribución espaciotemporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. *Investigaciones marinas*, 23(1), pp. 123-147. doi: 10.4067/S0717-71781995002300008.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis*. (2a. ed). Prentice-Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.