



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS



**INTERACCIÓN ENTRE PESQUERÍAS DE PEQUEÑA ESCALA EN LAGUNA SAN
IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.**

Tesis de Doctorado

**PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS**

PRESENTA

M. en C. FRANCISCO JAVIER MENDOZA PORTILLO

Julio 2020



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

SIP-14
 REP.2017

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de **La Paz, B.C.S.**, siendo las **12:00** horas del día **10** del mes de **Julio** del **2020** se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Posgrado de: **CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS** para examinar la tesis titulada:

"INTERACCIÓN ENTRE PESQUERÍAS DE PEQUEÑA ESCALA EN LAGUNA SAN IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO del (la) alumno (a):

Apellido Paterno:	MENDOZA	Apellido Materno:	PORTILLO	Nombre (s):	FRANCISCO JAVIER
-------------------	---------	-------------------	----------	-------------	------------------

Número de registro: **B 1 6 0 9 9 9**

Aspirante del Programa Académico de Posgrado: **DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS**

Una vez que se realizó un análisis de similitud de texto, utilizando el software antiplagio, se encontró que el trabajo de tesis tiene **7** % de similitud. **Se adjunta reporte de software utilizado.**

Después que esta Comisión revisó exhaustivamente el contenido, estructura, intención y ubicación de los textos de la tesis identificados como coincidentes con otros documentos, concluyó que en el presente trabajo SI NO **SE CONSTITUYE UN POSIBLE PLAGIO.**

JUSTIFICACIÓN DE LA CONCLUSIÓN: *(Por ejemplo, el % de similitud se localiza en metodologías adecuadamente referidas a fuente original)*

Hay una coincidencia menor de 10 palabras o menos.

****Es responsabilidad del alumno como autor de la tesis la verificación antiplagio, y del Director o Directores de tesis el análisis del % de similitud para establecer el riesgo o la existencia de un posible plagio.**

Finalmente y posterior a la lectura, revisión individual, así como el análisis e intercambio de opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR** **SUSPENDER** **NO APROBAR** la tesis por **UNANIMIDAD** o **MAYORÍA** en virtud de los motivos siguientes:

"SATISFACE LOS REQUISITOS SEÑALADOS POR LAS DISPOSICIONES REGLAMENTARIAS VIGENTES"

COMISIÓN REVISORA DE TESIS

DR. EDGARDO MAURICIO RAMÍREZ RODRÍGUEZ
 Director de Tesis
 Nombre completo y firma

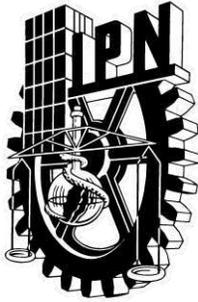
DR. FRANCISCO ARREDUÍN SÁNCHEZ
 Nombre completo y firma

DR. LUIS CÉSAR ALMIENDAREZ HERNÁNDEZ
 Nombre completo y firma

DRA. SOFIA ORTEGA GARCÍA
 Nombre completo y firma

DR. AGUSTÍN HERNÁNDEZ HERRERA
 Nombre completo y firma

DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO
 Nombre completo y firma
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 10 del mes de Julio del año 2020

El (la) que suscribe M en C. FRANCISCO JAVIER MENDOZA PORTILLO Alumno (a) del Programa

DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS

con número de registro B160999 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

manifiesta que es autor(a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de:

DR. EDGARDO MAURICIO RAMÍREZ RODRÍGUEZ

y cede los derechos del trabajo titulado:

"INTERACCIÓN ENTRE PESQUERÍAS DE PEQUEÑA ESCALA EN LAGUNA SAN IGNACIO

BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Éste, puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: fjmendozaportillo@gmail.com - mramirr@ipn.mx -

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

M en C. FRANCISCO JAVIER MENDOZA PORTILLO

Nombre y firma del alumno

DEDICATORIA

A la memoria de mi padre, Antonio Manuel Mendoza, quien inculcó los valores y principios que hoy rigen mi vida. Gracias por motivarme a luchar por mis sueños, amarnos y darnos lo mejor de ti cada día. Te amo Papá.

A mi madre, Lourdes Portillo, pilar de mi vida, mujer tenaz e inquebrantable. Gracias por tu amor y apoyo incondicional. Te amo Mami.

A mi esposa Yazmin Vázquez, mujer hermosa, guerrera, visionaria y excelente madre. Gracias por creer en mí, ayudarme a crecer como ser humano y luchar conmigo codo a codo en esta aventura que llamamos vida.

A mis hermanos, Juan Manuel y Candy, cómplices de vida, gracias por estar conmigo cuando más los necesito y a pesar de la distancia, siempre estamos juntos.

A mis hijos, Santiago y Victoria, por ser mi mejor motivación y llenar mi vida de alegría y amor.

“El éxito no es definitivo, el fracaso no es fatal: lo que cuenta es el coraje para continuar”

Winston Churchill

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Politécnico Nacional (IPN) y al Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR) por brindarme un espacio para realizar mis estudios de posgrado, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), y al Programa Institucional de Formación de Investigadores (PIFI) por el apoyo económico otorgado durante los años de estudio.

A toda mi familia por su apoyo incondicional

Al Dr. Mauricio Ramírez Rodríguez por su apoyo y dirección durante el desarrollo del trabajo. Gracias por compartir su experiencia en el análisis de la pesca.

A los miembros de mi comité de Tesis: Dra. Sofía Ortega García, Dr. Luis Cesar Almendarez Hernández, Dr. Francisco Arreguín Sánchez, Dr. Agustín Hernández Herrera, agradezco su disposición y contribución en el desarrollo de este trabajo de Tesis. Sin duda, sus experiencia y conocimiento en el tema contribuyeron a enriquecerlo.

Mi admiración y agradecimientos al profesor Gustavo de la Cruz Agüero por siempre darme unos minutos para la reflexión, por su ayuda en el manejo del SIG's y su opinión objetiva.

De manera especial agradezco a los pescadores de la región de San Ignacio, BCS, por su hospitalidad y colaboración. Su conocimiento y experiencia en la pesca fue parte fundamental para el desarrollo de este trabajo. Para ustedes mi admiración y respeto.

Agradezco a mi compañero y amigo Edgar Yosimar Torrejón, por su valiosa colaboración y ayuda en los análisis de series de tiempo y su experiencia en el análisis de la pesca.

Un agradecimiento especial al C. P. Humberto Ceseña y Cesar Casas por su oportuna gestión escolar en todos estos años. Al personal del centro de Cómputo de CICIMAR por su amable y eficiente ayuda.

A todos mis compañeros con los que compartí cursos, seminarios, charlas que enriquecieron mis conocimientos y experiencias.

“Si tu no construyes tu sueño, alguien va a contratarte para que le ayudes a construir el suyo”

Dhirubhai Ambani

INDICE

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABLAS.....	iii
GLOSARIO	iv
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. ANTECEDENTES	6
3. OBJETIVOS	11
3.1 Objetivo general	11
3.2 Objetivos específicos	11
4. ÁREA DE ESTUDIO	11
4.1 Característica fisiográficas	11
4.2 Características socio-económicas	13
5. MATERIALES Y MÉTODOS	15
5.1. Definición de unidades operativas	16
5.2. Ciclos de producción	19
5.3. Tendencias de producción	20
5.4. Interacción entre UO	21
6. RESULTADOS	24
6.1. Definición de unidades operativas	24
6.2. Ciclos de producción	32
6.2. Tendencias de producción	36
6.4. Interacción entre unidades operativas	48
7. DISCUSIÓN	50
8. CONCLUSIÓN	58
9. LITERATURA CITADA	60
10. LISTA DE APENDICES	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la región de San Ignacio en la costa occidental de Baja California Sur, México.	12
Figura 2. Número de encuestas realizadas en cada localidad de la región de San Ignacio.....	24
Figura 3. Participación de pescadores en pesquerías por especie en la región de San Ignacio.....	26
Figura 4. Frecuencia de uso de artes de pesca según la encuesta.	26
Figura 5. Frecuencia relativa de uso de artes de pesca por especie según pescadores de la región de San Ignacio.....	27
Figura 6. Dendograma y definición de Unidades Operativas pesquera en la región de San Ignacio.	28
Figura 7. Porcentaje de actividad por trimestre para cada unidad operativa en la región de San Ignacio.	29
Figura 8. Zonas de pesca de la flota de pequeña escala in la región de San Ignacio.	30
Figura 9. Distribución espacial y uso de zonas de pesca en la región de Laguna de San Ignacio.....	31
Figura 10. Actividad de unidades operativas por zona de pesca.	31
Figura 11. Porcentaje de actividad por trimestre, definida desde los avisos de arribo, para cada unidad operativa en la región de San Ignacio.	34
Figura 12. Frecuencia de uso de zonas de pesca por unidad operativa en la región de San Ignacio.	35
Figura 13. Número de registros por año por unidad operativa. A) peces-red de fondo; B) tiburón-red de fondo; C) trampa-verdillo; D) peces-red superficie; E) buceo-abulón; F) trampa-langosta.	37
Figura 14. Número de registros por año por unidad operativa. g) buceo-callos; h) trampa-jaiba; i) recolección-pata de mula; j) buceo-caracol; k) buceo-chocolata; l) trampa-pulpo.	38
Figura 15. Tendencias de capturas de las UO que operan en la región de San Ignacio. a) trampa-verdillo; b) peces-red de fondo; c) trampa-langosta; d) tiburón-red de fondo; e) peces-red fondo superficie; f) buceo-caracol.	39

Figura 16. Tendencias de capturas de las UO. g) buceo-callos; h) buceo-abulón; i) recolección-pata de mula; j) buceo-chocolata; k) trampa-jaiba; l) trampa-pulpo.	40
Figura 17. Tendencia de los valores de la captura por unidad operativa. a) buceo-abulón, b) buceo-callos, c) trampa-langosta, d) peces-red de fondo, e) trampa-verdillo, f) buceo-caracol.....	412
Figura 19. Tendencias del Índice de Importancia Relativa (IIR) de las unidades operativas. a) unidades operativas con mayores valores de IIR. b) unidades operativas con menores niveles de IIR.....	45
Figura 20. Índice de Importancia Relativa de las unidades operativas por zona de pesca.....	46
Figura 21. Índice de Importancia Relativa de las UO por zona de pesca.....	47
Figura 22. Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (línea roja) e Índice de Pianka (línea negra). La línea azul indica años en donde existen diferencias significativas en la TSM (Rodionov, 2004).	48
Figura 23. Captura promedio por periodo ambiental. La línea negra indica el promedio en cada periodo.....	49

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Periodos de veda oficiales con base en la normatividad vigente, que aplican para los recursos explotados en la región de San Ignacio, BCS, México.	14
Tabla 2. Número de encuestas realizadas y población total por localidad de la región de San Ignacio, Baja California Sur, México, según datos del INEGI (2010).	16
Tabla 3. Especies aprovechadas y artes de pesca empleadas en la región de San Ignacio.	25
Tabla 4. Importancia relativa de las especies capturadas por la flota de pequeña escala de la RSI.	32
Tabla 5. Número de unidades económicas y embarcaciones por unidades operativas en la Región de San Ignacio	33
Tabla 6. Importancia Relativa de las zonas de pesca de la región de San Ignacio. .	36
Tabla 7. Índice de Importancia Relativa por Unidad Operativa en la región de San Ignacio.	44

GLOSARIO

Aviso de arribo: Es el documento en que los pescadores reportan a la autoridad competente los datos sobre la operación de pesca por jornada o viaje de pesca (Ramírez-Rodríguez, 2011).

Dinámica de la flota: Comportamiento espacio-temporal de las embarcaciones dedicadas a la pesca de un determinado recurso en una zona con base en estrategias y tácticas operativas (Accadia & Franquesa, 2006).

Esfuerzo de pesca: La cantidad total de actividad de pesca que se observa en una zona de pesca en un período determinado de tiempo, a menudo expresada para un tipo específico de arte de pesca. Por ejemplo, número de horas de arrastre por día, número de anzuelos calados por día, número embarcaciones por día, número de viajes de pesca (FAO, 2003).

Especies objetivo: Son las especies que mayor interés tienen para los pescadores en una pesquería determinada. Son el objeto hacia el cual se orienta el esfuerzo de pesca (FAO, 2003).

Flota: Conjunto de embarcaciones que comparten características similares en cuanto a características técnicas y actividad principal (ICES, 2003).

Unidad económica: Cualquiera de las cooperativas o empresas privadas en que están organizados los pescadores (Ramírez-Rodríguez, 2011).

Zona de pesca: Extensión de espacio geográfico al interior de una región, cuyos límites están determinados por el conjunto de características fisiográficas y de comportamiento de los recursos y los pescadores. Su definición, se da con el fin de determinar la operación espacial y temporal de flotas, e identificar los procesos de interacción.

INTERACCIÓN ENTRE PESQUERÍAS DE PEQUEÑA ESCALA EN LAGUNA SAN IGNACIO, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO.

RESUMEN

La coexistencia de diferentes pesquerías en una misma región puede propiciar cambios en el desempeño de la pesca, debido a la competencia por los recursos y zonas de captura. El objetivo de este estudio fue determinar interacciones espaciales y temporales entre pesquerías y sus posibles efectos sobre la pesca en la región de San Ignacio, Baja California Sur. El análisis se efectuó aplicando el enfoque de unidades operativas (UO), definidas como el conjunto de embarcaciones que con un mismo tipo de arte de pesca aprovecha las mismas especies objetivo. Se caracterizaron UO empleando encuestas a pescadores y registros oficiales de captura por especie de 1998 a 2017. Se identificaron 12 UO que interactúan en el tiempo y espacio de acuerdo con procesos de rotación estacional relacionados con el éxito de pesca, el cumplimiento de reglas administrativas y estrategias de las unidades económicas. Se definieron zonas de pesca y reconocieron diferencias espacio-temporales e interacciones en la explotación de recursos. Los indicadores incluyen frecuencia de registro, captura y valor de la captura por UO en escalas geográficas apropiadas. Las interacciones pueden ocasionar cambios en el desempeño de las UO cuando las embarcaciones compiten por espacio y recursos. En cuanto al efecto de factores ambientales se determinaron períodos cálidos y fríos, de diferentes años de duración, con presencia de diferentes patrones de operación de las UO. En los años cálidos las UO trampa-langosta, buceo-abulón y redes-peces son afectadas negativamente y se diversifica la actividad de las otras UO. En periodos fríos, las UO que generan mayor valor económico predominan y las otras guardan una participación relativamente estable. Los resultados indican la necesidad de planes de manejo regionales que consideren el desempeño de las UO y los efectos de sus interacciones, incluyendo el uso de diferentes zonas de pesca, el comportamiento competitivo de los pescadores y su capacidad de adaptarse a los cambios en el sistema.

Palabras clave: Dinámica de flotas; manejo pesquero; multi pesquerías.

INTERACTION OF SMALL-SCALE FISHERIES IN SAN IGNACIO LAGOON, BAJA CALIFORNIA SUR, MEXICO.

ABSTRACT

The coexistence of different fisheries in the same region can lead to changes in fishing performance, due to competition for resources and capture areas. The objective of this study was to determine spatial and temporal interactions between fishing operative units and their possible effects on fishing in the San Ignacio region, Baja California Sur. The analysis was carried out applying the operative units (OU) approach, defined as the set of vessels that catch the same target species with the same type of fishing gear. The characterization of the OUs was carried out using information from fishers' surveys and official records of catch by species from 1998 to 2017. Twelve OUs were identified that interact in time and space according to seasonal rotation processes related to fishing success according to the climate season, compliance with administrative rules and strategies of economic units. The definition of fishing areas allowed the recognition of spatial-temporal differences in the exploitation of resources and the generation of indicators to assess the effects of interaction between fisheries at appropriate geographical scales. Competitive interactions can cause changes in OU performance when vessels compete for space and resources. Regarding the effect of environmental factors, warm and cold periods of different duration were determined with the presence of different OU operating patterns. Anomalously warm years in the UO-trap lobster, abalone diving-and-fish nets are adversely affected and the activity of the other UO diversifies. In cold periods, the OUs that generate greater economic value predominate and the others have a relatively stable participation. The results indicate the need for regional management plans that consider the performance of each OU and the possible effects of their interactions, including the use of different fishing zones, the competitive behavior of fishermen and their ability to adapt to changes in the system.

Key words: fleet dynamics, fishing management, multi-fisheries, interactions.

1. INTRODUCCIÓN

En México la pesca se lleva a cabo predominantemente por flotas artesanales, de pequeña escala o ribereñas, que operan en regiones costeras aprovechando diversas especies con una amplia gama de artes y métodos de pesca (Tzanatos *et al.*, 2006; Salas *et al.*, 2007; Arreguin-Sánchez & Arcos-Huitron, 2011). Su desempeño se asocia con factores biológicos, económicos y tecnológicos, y también con diferentes percepciones, preferencias, capacidades y acceso a los recursos. Por lo anterior, las pesquerías pueden responder de distintas formas a las medidas de gestión y a cambios imprevistos en los patrones de explotación (Branch *et al.*, 2006; Poss & Rijnsdorp, 2007; Hilborn, 2007).

Para que la administración de las pesquerías sea efectiva, se requieren esquemas de gestión y ordenamiento pesquero basados en información e investigación robusta que sustente la toma de decisiones que garanticen la sustentabilidad de los recursos (Espinoza-Romero *et al.*, 2014; FAO, 2014). Sin embargo, pese a su relevancia en términos de generación de riqueza y seguridad alimentaria, para la mayoría de las pesquerías de pequeña escala es escasa la información histórica de sus capturas, funcionamiento y operación, dinámica de los recursos y variabilidad espacial y temporal del esfuerzo de pesca (Ramírez-Rodríguez, 2009; Moreno-Báez *et al.*, 2010; Barnes-Mauthe *et al.*, 2013). Esto ha complicado la implementación de esquemas de manejo pesquero en congruencia con lo establecido en el código de conducta para la pesca responsable (FAO, 2005, 2015; Salas & Gaertner, 2004; Tzanatos *et al.*, 2006; Salas *et al.*, 2007).

En la práctica el manejo de pesquerías de pequeña escala se ha dado convencionalmente con un enfoque mono específico, basado en el efecto de la pesca sobre la dinámica poblacional de una especie objetivo (Ulrich *et al.* 2001; Vinther *et al.*, 2004; Katsanevakis *et al.*, 2010; Espinoza-Romero *et al.*, 2014). La aplicación de este enfoque genera conflictos potenciales entre los usuarios de diferentes recursos, debido a que pocas veces considera las interacciones de distintas pesquerías en una misma región, producen cambios en el comportamiento y funcionamiento de la pesca (Rijnsdorp *et al.*, 2000; Ulrich *et al.*, 2001; Vinther *et al.*, 2004; Salas *et al.*, 2007; Poss & Rijnsdorp, 2007).

Las interacciones pueden ser directas o indirectas (Seijo *et al.*, 1997; Ojeda-Ruiz & Ramírez-Rodríguez, 2014). Las primeras incluyen la competencia por los recursos y las áreas de pesca y se presentan cuando dos o más conjuntos de embarcaciones trabajan al mismo tiempo en la misma área, produciendo un incremento y congestión de embarcaciones en las áreas de pesca. Esto resulta en el incremento de los costos de captura, ya que las unidades de pesca no asignan óptimamente su esfuerzo pesquero ni en el espacio ni en el tiempo (Seijo *et al.*, 1997).

Por otra parte, las interacciones indirectas pueden ser de tres tipos: 1) tecnológicas, cuando el arte de pesca utilizado por un conjunto de embarcaciones cambia la estructura de las poblaciones objetivo y de aquellas que constituyen la captura incidental asociada; 2) interdependencia ecológica, en pesquerías donde las respectivas especies objetivo tienen una relación de competencia o depredación, que puede ser alterada por el incremento del esfuerzo de pesca sobre una de las especies; 3) tecno-ecológicas, que suceden cuando el arte de pesca perturba el hábitat de la especie objetivo y de otras especies acompañantes que eventualmente constituyen el objetivo de otras pesquerías (Seijo *et al.*, 1997; Ulrich *et al.*, 2001).

Reconocer y valorar las interacciones entre pesquerías es relevante para el ordenamiento y manejo pesquero de una región, debido a que pueden afectar el desempeño de cada pesquería y del conjunto de ellas (Ulrich *et al.*, 2001). La situación es compleja y demanda comprender diferentes aspectos sobre el funcionamiento y comportamiento de múltiples pesquerías, como son la dinámica espacial y temporal del esfuerzo de pesca, los ciclos de producción a los que están asociadas, la contribución relativa de cada uno de los recursos que explotan y el grado de interacción entre pesquerías (Vinther *et al.*, 2004; Salas *et al.*, 2007; Ojeda-Ruiz & Ramirez-Rodriguez, 2012).

En el caso de pesquerías de pequeña escala, el problema es mayor cuando la información requerida sobre dinámica de los recursos y flotas es limitada (Tzanatos *et al.* 2006; Salas *et al.* 2007; FAO, 2014). Pese a ello, es posible aplicar el enfoque de la dinámica de flotas, para analizar interacciones identificando unidades operativas o “métiers” funcionalmente distintas y homogéneas (Salas *et al.*, 2004, 2007; ICES, 2003; Reeves & Ulrich, 2007; Monroy *et al.*, 2009; Katsanevakis *et al.*, 2010; Ramírez-

Rodríguez, 2011). Se entiende como “unidad operativa” al conjunto de embarcaciones que con una estructura económica similar operan en una región dada utilizando las mismas artes de pesca para aprovechar las mismas especies objetivo (Accadia & Franquesa, 2006).

La definición de unidades operativas (UO) permite evidenciar patrones de operación espaciales y temporales de la distribución del esfuerzo de pesca, comprender los ciclos de producción a los que están asociadas y generar indicadores que permiten valorar los efectos por interacción entre pesquerías (Vinther *et al.*, 2004; Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2009; Katsanevakis *et al.*, 2010; Ojeda-Ruíz, 2012; Ojeda-Ruíz y Ramírez-Rodríguez, 2012; Finkbeiner, 2015).

La dinámica espacial y temporal de las unidades operativas (UO) está asociada con el comportamiento de las unidades económicas (empresas privadas y cooperativas), que al intentar maximizar sus ganancias, diseñan estrategias de pesca para mejorar su desempeño, distribuyendo el esfuerzo de pesca en función de los cambios en la disponibilidad de los recursos (por efectos ambientales y biológicos), el precio de los productos (demanda y oferta), los costos de operación (equipos, insumos, salarios) y las regulaciones pesqueras (Hilborn, 1985, 2007; Tzanatos *et al.* 2006; Daw, 2008; Katsanevakis, 2010). Por lo tanto, cambios en dichas variables puede generar interacciones entre UO, modificando sus patrones espacio-temporales de operación y los ciclos de producción a los que están asociadas, generando finalmente cambios en el desempeño de la pesca a nivel regional.

Hasta ahora, son escasos los estudios que abordan de forma integral el comportamiento espacial y temporal de la flota en una misma región para analizar los efectos de su interacción en el desempeño de la pesca a nivel regional. En este escenario, en el caso de las pesquerías ribereñas un primer paso es generar información que permita comprender la dinámica espacio-temporal de la pesca, la condición de los recursos explotados y el grado de interacción espacial y temporal entre flotas en una misma región. En este sentido, en lo que sigue se analiza la dinámica de flota de pequeña escala en la región de Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México, con el fin de identificar interacciones entre pesquerías y sus posibles efectos en el desempeño de la pesca en la región.

2. ANTECEDENTES

A principios de los años 1950, antropólogos, economistas y sociólogos, realizaron esfuerzos por entender, desde la perspectiva del pescador, la manera de hacer más eficiente la administración de los recursos pesqueros. En los años setenta, desde una perspectiva ecológica se analizó el comportamiento de las embarcaciones y las flotas con la idea de comprender la distribución del esfuerzo de pesca (Hilborn, 2007). Posteriormente los enfoques de investigación cambiaron y se han venido realizando estudios que ayudan a comprender los efectos de la pesca con el fin de proponer medidas de manejo más eficientes (Rijnsdorp *et al.*, 2000; Poss & Rijnsdorp, 2007; Espinoza-Romero *et al.*, 2014).

En los años noventa, la FAO recomendó una serie de principios de comportamiento y prácticas responsables que las partes involucradas en la pesca deben cumplir para equilibrar el uso y conservación de los recursos marinos y su ambiente (FAO, 1995). La idea es establecer esquemas de ordenamiento y manejo sustentables de los recursos explotados basados en información e investigación robusta, que sustente la toma de decisiones en donde el co-manejo sea el modo de gobierno (FAO, 2014; Espinoza-Romero *et al.*, 2014). Los países apegados a estos principios enfrentan el reto de integrar los procesos de definición de objetivos, recopilación y análisis de datos, toma de decisiones y aplicación de regulaciones que permitan controlar el comportamiento presente y futuro de las partes interesadas en la pesca (FAO, 2005; Ojeda-Ruiz, 2012).

Sin embargo, la dificultad para evaluar la distribución del esfuerzo de pesca y los impactos sobre los recursos y el ecosistema, derivados de interacciones por la coexistencia espacial y temporal de diferentes pesquerías en un región dada, ha limitado la implementación de esquemas de manejo integrales que consideren los contrastes entre los costos y expectativas de captura que difieren entre pesquerías, entre regiones y áreas (Vinther *et al.*, 2004; Poss & Rijnsdorp, 2007; Forcada *et al.*, 2010; Katsanevakis *et al.*, 2010; Monroy *et al.*, 2010; Ojeda-Ruiz & Ramírez-Rodríguez, 2012). Parte esencial es comprender el comportamiento espacial y temporal de la flota, utilizando esquemas de investigación que permitan entender el

efecto de las interacciones entre pesquerías y sus implicaciones en el ordenamiento y manejo pesquero (Poss & Rijnsdorp, 2007; Pelletier & Ferraris, 2000).

Por ello se ha propuesto caracterizar la actividad pesquera, definiendo UO que implican diferentes niveles de organización (ICES, 2003). Muestra de ello han sido las investigaciones de pesquerías realizadas por la Unión Europea, empleando el enfoque de “*métiers*” o unidad operativa, conjugando las características tecnológicas similares (artes de pesca y embarcaciones), especies objetivo y estrategias de operación que definen a estas pesquerías (Mesnil & Shepherd, 1990; Pelletier & Ferraris, 2000; Ulrich *et al.*, 2001; Accadia & Franquesa, 2006, Tzanatos *et al.*, 2006; Katsanevakis *et al.*, 2010).

La definición de unidades operativas ha demostrado ser útil en el análisis del comportamiento espacial y temporal de las flotas e interacciones entre pesquerías, aportando evidencias valiosas sobre la distribución del esfuerzo en zonas de pesca y los efectos colaterales que conllevan las decisiones de manejo en todo el sistema (Pelletier & Ferraris, 2000; Ulrich *et al.*, 2001; Poss & Rijnsdorp, 2007).

En este sentido, Rijnsdorp *et al.*, (2000) mencionan que las interacciones entre pesquerías pueden generar cambios en el desempeño de las flotas derivadas de factores como rentabilidad y potencia de los barcos, siendo algunas unidades operativas más sensibles a los cambios producidos por interacción (Ulrich *et al.*, 2001). Por otra parte, Tzanatos *et al.*, (2006), Poss & Rijnsdorp (2007) y Daw (2008) reportan que entre los factores que producen interacciones y efectos en la distribución del esfuerzo de pesca, está la disponibilidad de los recursos, los costos de operación, las condiciones del mercado, el poder de pesca de las embarcaciones, la experiencia del pescador y los cierres temporales de las zonas de pesca.

En México, Salas *et al.*, (2004), Salas & Gaertner (2004) y Monroy *et al.*, (2010) analizaron la dinámica de flota semi-industrial en el banco de Campeche, para comprender como los pescadores asignan el esfuerzo de pesca entre una gama de especies objetivo y encontraron que la disponibilidad de los recursos, precios de los productos y costos de operación influyen diferencialmente y afectan los procesos de interacción. Por otra parte, Ramírez-Rodríguez & Hernández-Herrera (2000) y

Ramírez-Rodríguez & Ojeda-Ruíz (2012) analizaron cambios en la composición específica de las capturas, presencia de embarcaciones e importancia de lugares de desembarco y determinaron zonas de pesca con base en los patrones espaciales y temporales de la flota en las costas del Estado de Baja California Sur (BCS). La regionalización de las pesquerías en el Pacífico mexicano también ha sido propuesta por Díaz-Uribe *et al.*, (2013).

La importancia de la regionalización destaca cuando se considera la importancia relativa de diferentes pesquerías y sus cambios espaciales y temporales. Por ejemplo, Ojeda-Ruíz & Ramírez-Rodríguez (2012) encontraron que en Bahía Magdalena-Almejas, BCS, la importancia de 14 pesquerías y sus interacciones son afectadas por vedas temporales; para las pesquerías de camarón y almeja catarina, se evidenciaron problemas de congestión de embarcaciones en las áreas de pesca (Ojeda-Ruíz & Ramírez-Rodríguez, 2014). De forma similar, Vázquez-Robles (2018) identificó interacciones espaciales entre unidades operativas en la región de San Cosme a Punta Coyote, BCS, y destacó que el nivel de interacción depende de las preferencias de participación de los pescadores y sus oportunidades para mejorar su rendimiento.

Otro indicador de interacciones es el cambio en tasas de capturas entre unidades operativas. En el corredor Santa Rosalía-Mulegé, BCS, Arce-Acosta (2015) y Arce-Acosta *et al.*, (2018) reportan la marcada influencia de la pesquería de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el desempeño de la pesca en esa región; cuando el calamar está disponible, una cantidad importante de unidades económicas dedican su esfuerzo a su aprovechamiento, por lo que algunas unidades operativas disminuyen su actividad.

En cuanto al ambiente, la variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM) ha sido reconocida como un factor importante que influye en la distribución y abundancia de los recursos marinos y genera interacciones con pesquerías en los sistemas costeros (Lluch-Cota *et al.*, 2013). En este sentido la ocurrencia de eventos climáticos como *El Niño* pueden generar cambios en el desempeño de la pesca en una región, debido a que pueden afectar la disponibilidad de los recursos pesqueros (Lluch-Cota *et al.*, 2004).

En cuanto a la administración de los recursos pesqueros en México, esta se da con base en la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables. La ley define al ordenamiento pesquero como el conjunto de instrumentos cuyo objeto es regular y administrar las actividades pesqueras, induciendo el aprovechamiento sustentable de los recursos pesqueros y acuícolas, basado en la disponibilidad de los mismos, información histórica de niveles de extracción, usos y potencialidades de desarrollo, capacidad pesquera o acuícola y puntos de referencia para el manejo de las pesquerías en forma congruente con el ordenamiento ecológico del territorio (SAGARPA, 2007). Sin embargo, el planteamiento de programas de ordenamiento es limitado.

En general es poco lo que se conoce en cuanto a operación y organización de pesquerías artesanales. Se reconoce que tienen un capital de inversión limitado, mano de obra intensiva en los procesos de captura, sitios de desembarque dispersos y una limitada capacidad de negociación para establecer precios a sus productos (Salas *et al.*, 2007; Espinosa-Romero *et al.*, 2014). Para su operación utilizan embarcaciones menores de 10 toneladas de registro neto, con motor fuera de borda y tripulación promedio de 3 pescadores por embarcación. Sus capturas se generan en una multiplicidad de lugares e incluyen una amplia diversidad de especies y artes de pesca (Casas-Valdés & Ponce-Díaz, 1996; Salas *et al.*, 2007; Espinosa-Romero *et al.*, 2014).

En México la flota ribereña está conformada aproximadamente por 78 mil embarcaciones (CONAPESCA, 2011). En cuanto a organización, los pescadores se agrupan en unidades económicas del sector social (cooperativas) y del sector privado; los dos requieren de permisos de pesca que son otorgados por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) y definen las especies que se pueden explotar, el número, tipo de embarcaciones y artes de pesca autorizados. Estos datos se integran en el Registro Nacional Pesquero, pero su acceso es restringido.

Las medidas de manejo son las expuestas en la Carta Nacional Pesquera y en Normas Oficiales que para algunas especies establecen tallas mínimas de captura, periodos de veda, cuotas de captura por temporada y polígonos de pesca (SAGARPA, 2012).

Referente al estado actual de pesquerías en México, la Carta Nacional Pesquera y el libro sobre “Sustentabilidad y pesca responsable en México” (SAGARPA, 2012), indican que 67 % de los recursos pesqueros se encuentran al máximo de su capacidad, 16% sobrexplotados y 16% tiene potencial de desarrollo. Sin embargo, el conocimiento sobre el desempeño de pesquerías ribereñas es limitado, pero su contribución a la producción pesquera del país alcanza el 51% de la producción total para consumo humano directo (CONAPESCA, 2011), destacando los registros de los Estados de Sonora, Sinaloa, Baja California y Baja California Sur. El último contribuye con alrededor del 11 % del total de la producción pesquera nacional, ocupando el 3 lugar a nivel nacional (CONAPESCA, 2011).

La información de los anuarios oficiales de pesca está agrupada a nivel de Estados y no permite evaluar diferencias en las regiones en cuanto a la explotación de los recursos, la dinámica de las flotas y los efectos en el desempeño de la pesca (Ojeda-Ruiz & Ramirez-Rodriguez, 2012). Aunque se reconoce que la definición de zonas de pesca y tendencias de captura facilita la administración de los recursos (López-Rocha et al., 2010; Amezcua-Castro et al., 2015), actualmente no existen planes de ordenamiento y manejo pesquero para el Estado de BCS que reconozcan diferencias regionales en los modos de operación de las flotas.

Para desarrollar propuestas de manejo que consideren las diferencias regionales respecto a la explotación de los recursos, es necesario considerar la forma en la que los pescadores adaptan sus estrategias de trabajo en función de los cambios biológicos, económicos, ambientales, sociales y administrativos. Lo anterior, demanda reconocer los modos de operación de las pesquerías a nivel regional. En este trabajo se considera que el análisis de la dinámica de flotas, a partir de la definición de unidades operativas, permite comprender la distribución espacial y temporal del esfuerzo en zonas de pesca, los efectos que su interacción podrían producir en el desempeño de la pesca y los efectos derivados de las decisiones de manejo. Para probarlo se analiza como estudio de caso la dinámica de la flota de pequeña escala que opera en la región de Laguna de San Ignacio, Baja California Sur, México.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Determinar interacciones espaciales y temporales entre unidades operativas pesqueras y sus posibles efectos sobre la pesca en la región de San Ignacio, Baja California Sur.

3.2. Objetivos específicos

- Definir a las unidades operativas pesqueras en la región.
- Determinar tendencias de producción.
- Caracterizar los ciclos de producción.

4. AREA DE ESTUDIO

4.1. Características fisiográficas

La región de laguna San Ignacio pertenece al municipio de Mulegé y se ubica en la costa occidental de la Península de Baja California, al norte del Golfo de Ulloa (Fig. 1). Esta zona es conocida por su alta diversidad de especies de origen templado y subtropical (Lluch-Belda, 2000; Funes-Rodríguez *et al.*, 2007). En 1979 se decretó como zona de refugio para aves migratorias y ballenas, pasando a formar parte de la Reserva de la Biosfera de Vizcaíno desde 1988, la cual es el área natural protegida más grande de México.

La actividad pesquera se extiende desde Punta Abreojos hasta el estuario de El Dátil, incluida la Laguna de San Ignacio, que da nombre a la región. La laguna de San Ignacio comprende un complejo de humedales costeros de 248 millas que incluye marismas, llanos de sal, playas arenosas y manglares. Hay fondos areno-limosos, particularmente dentro de los cuerpos costeros y cubre un área aproximada de 150 km², con longitud de 30 Km y ancho variable de 2 a 6 Km; cuenta con un sistema de canales separados por grandes bajos de arena. (PRONATURA, 2016). La laguna es somera, con una profundidad promedio de 3 m y máximo de 24 m en el canal de entrada. Las mareas más intensas ocurren en febrero y marzo. En la parte exterior se

encuentra Isla Ana que forma parte de la boca de la laguna; en la parte interior hay tres islas, Isla pelicanos e Isla Garzas al norte e Isla Abaroa al sur.

La costa presenta playas arenosas, de conglomerados roca-concha y zonas de manglar compuestas por *Rizophora mangle* (Núñez-López y Casas-Valdez, 2000; Winant y Gutiérrez de Velasco, 2003).

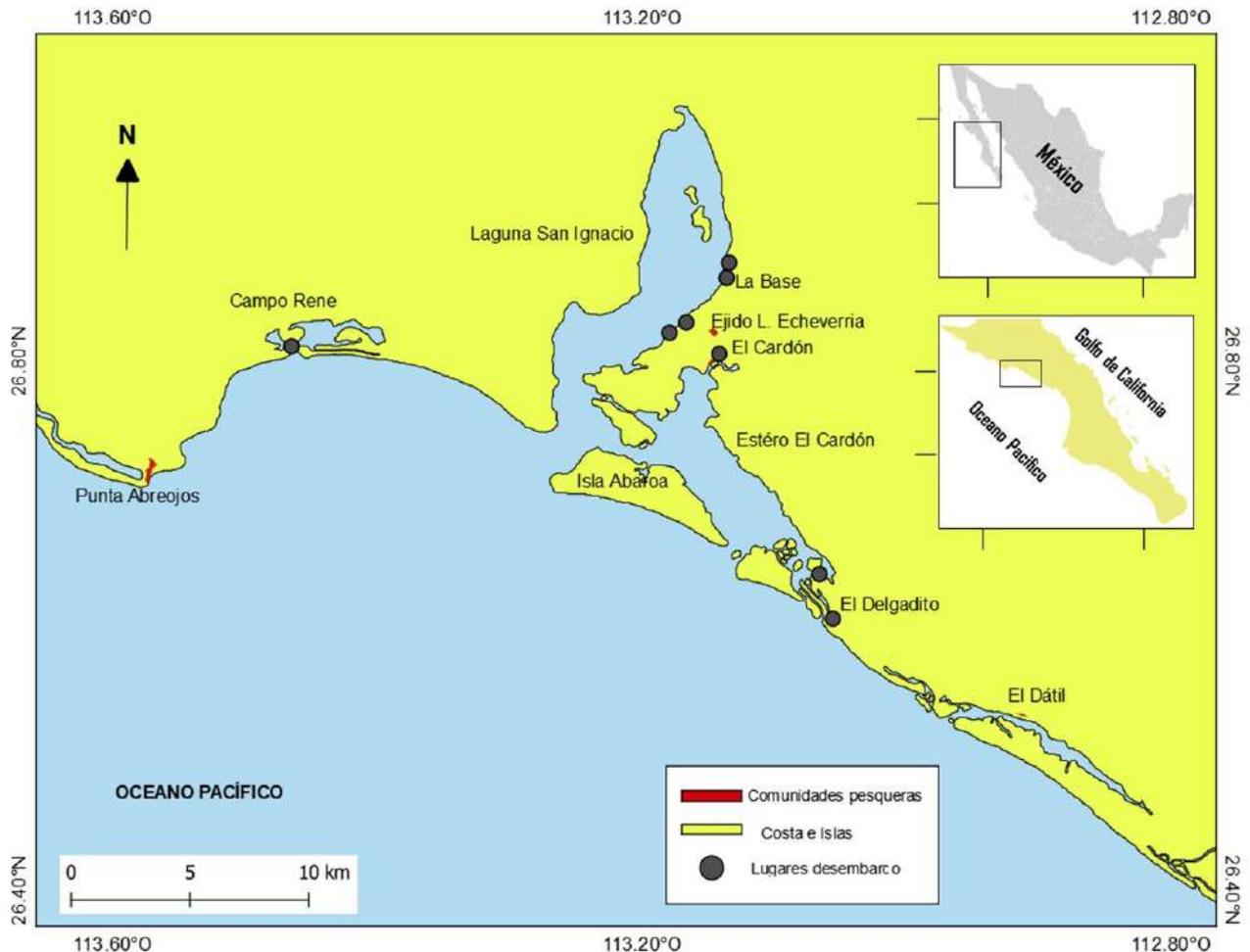


Figura 1. Localización de la región de San Ignacio en la costa occidental de Baja California Sur, México.

Oceanográficamente, la región forma parte del Sistema de la Corriente de California y es una zona de transición entre masas de agua de origen subártico transportada hacia el sur por la Corriente de California y agua tropical y subtropical superficial desde el sur y suroeste de la península por la Contracorriente de California (Roden, 1971; Hickey, 1998, Lynn & Simpson, 1987; Durazo & Baumgartner, 2002).

La región está influenciada por la presencia de procesos de surgencias de naturaleza estacional que favorece una elevada productividad biológica (Lluch-Belda et al, 2000). De acuerdo con (Durazo *et al.*, (2017), la región experimenta cambios interanuales en la temperatura superficial del mar que indican una sucesión de condiciones cálidas y frías asociadas a la presencia de eventos El Niño-La Niña. Durante condiciones El Niño las anomalías de temperatura son positivas y hay dominancia de especies tropicales y subtropicales; en condiciones La Niña, las anomalías de temperatura son negativas y dominan especies templadas.

4.2. Características socio-económicas

En la región de San Ignacio (RSI) existen seis comunidades costeras: Punta Abreojos, laguna San Ignacio, El Cardón, El Delgadito, El Dátil y Ejido Luis Echeverría. Estas se conectan por caminos de terracería y los servicios de agua, energía eléctrica, educación y salud son limitados. Se estima que habitan 1,413 personas, de las cuales 323 constituyen la población económicamente activa. La principal actividad económica en la región es la pesca y en menor medida, el turismo asociado con la observación de ballenas grises (*Eschrichtius robustus*) y la acuicultura de ostras *Crassostrea gigas* y *C. sikamea* (INEGI, 2010; SEMARNAT, 2010).

Para la pesca hay una flota conformada por 228 embarcaciones con capacidad menor a 10 t y motor fuera de borda (CONAPESCA, 2017). La pesca se efectúa al menos en 21 sitios localizados dentro de la laguna, en los esteros de Los Cardones, La Pitahaya, El Delgadito y El Dátil y en zonas costeras que incluyen “bajos” de hasta 140 metros de profundidad (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2006). Los pescadores están afiliados a cooperativas pesqueras o a empresas privadas; estos se reconocen como *permisionarios*. Todos operan con permisos de pesca otorgados por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) que indican el número de embarcaciones, especies y artes de pesca que deben utilizar.

La información actualizada respecto al número de licencias y embarcaciones por recurso se encuentran en el Registro Nacional de Pesca, pero desafortunadamente esta información no es de acceso público. Para 2015 Crespo Guerrero & Jiménez Pelcastre (2016) informan de 40 permisos y 233 embarcaciones. Entre los recursos

pesqueros se incluyen diferentes especies de escama (verdillo, curvina, lenguado, jurel), tiburón, cazón, langosta, abulón, jaiba, y distintas especies de almejas (almeja pismo, pata de mula, callo de hacha y chocolata), abulón y caracol. Para el 2010 se estimó una captura total promedio anual de 1800 t (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2010; Valdez-Leyva, 2012).

Para la captura de escama y tiburón se utilizan líneas con diferentes tipos de anzuelos, redes de enmalle de fondo y de superficie, con luces de malla entre 3” y 12” y longitudes variables. Para la pesca de verdillo, jaiba y langosta se usan trampas, mientras que, para abulones, caracoles y almejas, se emplea el buceo semi-autónomo (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011).

En la RSI existen antecedentes de colapsos de las pesquerías de abulón, almeja pismo y almeja catarina *Argopecten circularis* (León-Carballo & Muciño-Díaz, 1996; Massó-Rojas & Fajardo-León, 1996) y prevalece la idea de la sobreexplotación, aunque no se descartan efectos de factores asociados al fenómeno de El Niño.

Tabla 1. Periodos de veda oficiales con base en la normatividad vigente, que aplican para los recursos explotados en la región de San Ignacio, BCS, México.

Especie	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Langosta		***	***	***	***	***	***	***	***			
Abulón								***	***	***	***	***
Callo de hacha	***	***	***								***	***
Almeja chocolata								***	***	***		
Jaiba					***	***	***					
Camarón			***	***	***	***	***	***	***			
Tiburón y rayas					***	***	***					
Lisa	***											***

*** Meses de veda

Respecto a medidas de manejo pesquero, aplican las relacionadas con la pesca de langosta (NOM-006-PESCA-1993), abulón (NOM-005-PESC-1993), jaiba (NOM-039-PESCA-2003), camarón (NOM-002-SAG/PESCA-2013), lisa (NOM-016-PESC-1994) y tiburones y rayas (NOM-029-PESCA-2006) (Tabla 1). Para el caso del callo de hacha y almeja chocolata, el manejo se efectúa mediante la definición de tallas mínimas y cuotas de captura por temporada y periodos de veda (SAGARPA, 2012). Para almeja pismo, especie bajo protección especial, la explotación se realiza bajo la supervisión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT 2010).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del presente trabajo se utilizaron 3 bases de datos:

1. Datos sobre operación de pesquerías recolectados en encuestas y entrevistas realizadas a pescadores y administradores de unidades económicas de la región durante 2016 y 2017. Con ellos se definieron y caracterización las unidades operativas que operan en la región, siguiendo las recomendaciones de la Comisión General para las Pesquerías del Mediterráneo (Accadia & Franquesa, 2006). El enfoque considera la dinámica espacial y temporal de cada unidad operativa.
2. Datos de producción registrados en avisos de arribo de embarcaciones menores, de enero de 1998 a diciembre de 2017, proporcionados por la CONAPESCA. Incluyeron fecha de registro, lugar de captura, lugar de desembarque, número de embarcaciones, días de pesca, peso desembarcado y precio por kilogramo de producto desembarcado. Con ellos se estimaron y valoraron cambios en la importancia relativa de cada UO en el tiempo y espacio e identificaron sus interacciones considerando tendencias de la frecuencia de registro, captura y valor de la captura desembarcada. Además, la información histórica de las capturas se utilizó para construir el Índice de Pianka, empleado como indicador del modo de operación de la flota.
3. Datos de temperatura superficial del mar (TSM) de la región de estudio, de enero de 1998 a diciembre de 2017, obtenidos de la base de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA). Los datos de TSM provienen de imágenes de satélite en

formato HDF (Hierarchical data format). El periodo 1998-2002 corresponde al sensor AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) con resolución temporal mensual y espacial de 4 km; de 2003 a 2017 se utilizó el sensor MODIS aqua con la misma resolución temporal y espacial. Se utilizó el software Windows Image Manager (Kahru, 2016) y lenguaje de programación R (R Core Team, 2019). Para obtener la serie de tiempo completa, de 1998 a 2017, se evaluó el grado de correlación entre los valores de 2003 a 2009 cuando coincidieron ambos satélites. Como la resolución de los sensores es igual y la correlación entre ambas series fue significativa ($r = 0.96$, $p < 0.01$), se utilizaron datos de AVHRR de enero de 1998 a diciembre 2002 y de Modis Aqua de enero 2003 a diciembre 2017. La TSM se utilizó como indicador de las condiciones ambientales y en combinación con el Índice de Pianka, se emplearon para analizar si los cambios en los patrones de operación de la flota se relacionan con la variabilidad ambiental.

5.1. Definición de unidades operativas

La primera parte comprendió el análisis de la información recolectada en 84 encuestas realizadas en octubre de 2016 y septiembre de 2017 a pescadores de las localidades pesqueras de la región: Punta Abreojos, Laguna San Ignacio, Ejido Luis Echeverría, El Cardón, El Delgadito y El Dátil. Los encuestados representan el 26% de las personas dedicadas a la pesca (Tabla 2).

Tabla 2. Número de encuestas realizadas y población total por localidad de la región de San Ignacio, Baja California Sur, México, según datos del INEGI (2010).

Localidad	Población total	Personas económicamente activas	Pescadores encuestados	Porcentaje del total de encuestados
El Cardón	172	60	16	19
El Dátil	165	58	22	26
Ejido Luis Echeverría	158	55	11	13
Campo El Delgadito	80	28	17	20
Laguna San Ignacio	50	18	8	10
Punta Abreojos	788	104	10	12

El diseño y aplicación de la encuesta consideró las recomendaciones de Neis *et al.*, (1999) y Moreno-Báez *et al.*, (2012), incluyendo el uso de lenguaje claro y cotidiano, mapas con toponimia básica, y validación a través de entrevistas a administradores e informantes clave. Las preguntas buscaron valorar la experiencia de los pescadores, considerando los años dedicados a la pesca y su conocimiento respecto a la captura por especies, artes, lugares y temporadas (Apéndice 1).

A partir del total de respuestas en cada pregunta, se estimó el porcentaje correspondiente a cada opción de respuesta. Las respuestas sobre especies se refirieron a los nombres comunes utilizados en la región y posteriormente se asociaron al correspondiente nombre científico y familia (Ramírez-Rodríguez, 2015). Las preguntas sobre artes de pesca buscaron la identificación del tipo de arte de pesca por especie, pero no se incluyeron detalles técnicos sobre su construcción y uso.

Con la finalidad de comprender los patrones de operación de la flota, se recopiló información espacial a través de mapas impresos que incluían información básica de la región, como puntos de referencia generales y sus nombres (Apéndice 1). La posición geográfica del sitio de captura fue ajustada con base en las coordenadas registradas por Ramírez-Rodríguez *et al.*, (2006) y con la participación de pescadores informantes clave.

Durante este proceso los pescadores, principalmente los capitanes de las embarcaciones proporcionaron información espacial de su actividad señalando en los mapas los sitios que utilizan para la captura de los diferentes recursos objetivo (Moreno-Báez *et al.*, 2010). Los datos espaciales se vincularon al sistema de información geográfico QGIS versión 7.0 (Quantum GIS, 2014) y se realizaron mapas temáticos siguiendo propuestas de Close & Hall (2006).

Para identificar zonas de pesca se construyó una matriz con datos de distancia en kilómetros entre los lugares de pesca y los puertos de desembarque, la profundidad aproximada de los sitios de captura y sus características fisiográficas. Posteriormente, se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico, utilizando como medida de distancia la distancia euclidiana y como método de aglomeración se utilizó el método de Ward empleando lenguaje R (R Core Team, 2015). El conjunto de sitios de captura

aproximados que forman un grupo se consideró como perteneciente a un área de pesca. Las áreas se agruparon en zonas para representar la heterogeneidad espacial de acuerdo con los resultados del análisis de conglomerados e información sobre profundidad de los sitios y las especies objetivo.

Considerando que el uso de los diferentes recursos está relacionado con las características fisiográficas de los lugares de pesca, se agruparon áreas en zonas de pesca teniendo en cuenta la proximidad entre los sitios, la profundidad de los sitios y las especies objetivo.

Las definiciones de UO se derivaron de la relación entre la especie objetivo y los artes de pesca. Para ello, se utilizó una base de datos de presencia-ausencia y el método de agrupamiento jerárquico de Ward (McCune *et al.*, 2002). Siguiendo las recomendaciones de Tzanatos *et al.*, (2006), la definición de UO fue complementada, considerando la información obtenida de encuestas sobre artes de pesca, temporadas de captura y esquemas de gestión que se aplican en la región. Dada la variedad de redes de enmalle se identificaron dos tipos, las que se utilizan para captura de peces de fondo y las que se usan para captura de peces pelágicos (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2011).

Cada grupo se definió como una UO, es decir, un grupo de embarcaciones que usaban un arte de pesca definido para la captura dirigida a una o varias especies objetivo. Cada UO se caracterizó teniendo en cuenta los datos de captura, el valor de la producción por viaje y la frecuencia de uso de las zonas y temporadas de pesca.

El grado de actividad por mes de cada UO fue estimado como el porcentaje de pescadores que informaron haber participado en una UO determinada en un mes determinado (Mendoza-Portillo *et al.*, 2020). Teniendo en cuenta las tendencias estacionales en la temperatura del agua de mar dentro de la región (Barjau-González *et al.*, 2014), los datos de actividad se agruparon por trimestre. De octubre a diciembre la temperatura promedio del agua es de 21°C; de enero a marzo 13 °C; de abril a junio 21 °C y de julio a septiembre 24 °C.

Los mapas temáticos de las zonas de pesca fueron utilizados para mostrar la superposición de las actividades entre OU y describir los procesos de interacción entre las unidades operativas.

5. 2. Ciclos de producción

Para el uso de datos de los avisos de arribo, se aplicó un proceso de revisión para corregir errores asociados al proceso de digitalización. Se utilizaron los datos de fecha, lugar de captura, lugar de desembarco, clave de Registro Nacional de Pesca (RNP) de las unidades económicas, especie (nombre común), captura por especie en kg, número de embarcaciones, peso vivo desembarcado y precio por kg por especie. Además, se calculó el valor en pesos de la captura desembarcada (Kg por precio registrados) y la frecuencia de registro por especie (número de avisos de arribo en los que aparece una especie dada).

Para el análisis de tendencias de frecuencia y producción, sólo se consideraron los datos de aquellas unidades económicas que mantuvieron una frecuencia de registro superior al 1% en todo el periodo de estudio. De la misma manera, sólo se incluyeron las especies que aportaron más del 2% de la captura total en todo el periodo. Las unidades operativas definidas desde las encuestas fueron incluidas como una variable categórica más en la base de avisos de arribo.

La identificación de especies a nombre común, sitios de pesca y lugares de desembarco se generó a través del Catálogo de Peces de Interés Comercial (Ramírez-Rodríguez, 2013). Cuando una especie fue vinculada a dos o más UO, el monto de captura registrado se dividió entre ellas conforme a la proporción de captura por arte de pesca estimada desde las encuestas.

Las localidades de captura y desembarque se enlistaron, posicionaron geográficamente y se codificaron empleando el Atlas de Localidades Pesqueras de BCS (Ramírez-Rodríguez *et al.*, 2006). La definición de zonas de pesca identificadas desde las encuestas fue calibrada considerando la distribución espacial de las localidades de pesca referidas en los avisos de arribo, las características fisiográficas predominantes de las áreas de pesca y la información sobre características técnicas

para el uso de las artes de pesca (Mendoza-Portillo *et al.*, 2020). Para integrar la información se siguieron las recomendaciones de Close & Hall (2006), Hall & Close (2007). La información fue vinculada de igual forma al SIG mediante el software QGIS (QGIS Development Team, 2014).

5.3. Tendencias de producción

Con base en los datos de avisos de arribo se caracterizaron las tendencias de producción para cada unidad operativa considerando número de embarcaciones y unidades económicas, producción promedio (arribos, captura y valor) y temporadas. En el caso de UO multiespecíficas se consideraron como especies objetivo aquellas que aportaron al menos el 95% de los avisos de arribo de la UO y contribuyeron por lo menos con el 95% de la captura total y el valor (Ojeda-Ruiz & Ramirez-Rodriguez, 2012).

El grado de actividad mensual de cada UO fue estimado como el porcentaje de registros de avisos en un mes determinado. Los periodos de actividad fueron agrupados por trimestres, considerando la variación de la temperatura superficial del mar (Mendoza-Portillo *et al.*, 2020).

Con los valores de la contribución relativa por especie se valoró el desempeño de cada UO por año, zona de pesca y para el total de la serie en términos de sus capturas (t), valor (\$) y frecuencia de avisos de arribo. Para ello, se aplicó el Índice de Importancia Relativa (IIR) propuesto por Ramírez-Rodríguez & Ojeda-Ruíz (2011). Los valores del índice pueden alcanzar valores de 0 a 300, mientras mayor sea el valor más importante es la UO en cuestión. La fórmula aplicada fue la siguiente:

$$IIR = \%P + \%V + \%F$$

Donde:

$$\%V = (V_i/V) * 100$$

$$\%P = (P_i/P) * 100$$

V_i = Valor en pesos de las especies de la UO_i en la captura.

V = Valor total de la captura.

P_i = Peso de las especies de la UO_i en la captura.

P = Peso total de la captura.

$$\%F = (F_i/F) * 100$$

Fi = Número de registros de las especies de la UO_i.

F= Número total de registro.

A partir de los resultados del IIR, se seleccionaron las 7 UO más representativas con el fin de analizar tendencias en su desempeño y su interacción, considerando su desempeño espacial y temporal en mapas temáticos, utilizando como indicadores frecuencia de registro, capturas, valor económico y captura por embarcación.

5.4. Interacción entre UO

Para identificar cambios en los patrones de operación de las unidades operativas se aplicó el índice de sobreposición propuesto por Pianka (1973), modificado al utilizar las proporciones de las capturas que cada UO aportó en cada año, de la serie de 1998 a 2017. Se compararon años contiguos esperando encontrar patrones similares, por ejemplo, año 1 vs. 2, 2 vs. 3 y así sucesivamente. El índice toma el valor de 1 cuando el patrón de captura es idéntico entre dos años *i.e.* los porcentajes de captura de cada UO no cambian o presentan pocos cambios, y de 0 cuando los porcentajes de captura de cada UO cambian significativamente. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$IS_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij} \sum_{i=1}^n P_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n P_{ij}^2 \sum_{i=1}^n P_{ik}^2}}$$

Dónde:

IS_{jk} = Valor del índice de sobreposición entre el año j y el año k .

P_{ij} = Proporción de la captura de la UO i en el año j

P_{ik} = Proporción de la captura de la UO i en el año k

Como indicador de cambios ambientales se emplearon los valores de Temperatura Superficial del Mar (TSM). El análisis de series de tiempo de TSM siguió las recomendaciones de Chatfield & Xing (2019). Se utilizó la función “*decompose*” del paquete “*stats*” del software R, la cual obtiene la tendencia de una serie temporal a

través de medias móviles (R Core Team, 2020). Los valores de temperaturas se expresaron en términos de anomalías estandarizadas y se calcularon de la siguiente forma:

$$Atsm = \frac{Y_i - \bar{Y}_{1998-2017}}{S_{1998-2017}}$$

Dónde:

$Atsm$ = Anomalía promedio mensual de la temperatura superficial del mar

Y_i = tsm promedio mensual del i -ésimo mes

$\bar{Y}_{1998-2017}$ = tsm promedio mensual para el año tipo

$S_{1998-2017}$ = Desviación estándar de la tsm del i -ésimo mes para el año tipo

Con los valores de anomalías de TSM se estableció la amplitud de los periodos ambientales significativamente distintos aplicando el análisis secuencial de la prueba t-student para evaluar cambios de régimen (Rodionov, 2004). El método compara los valores promedio de TSM de un año a otro y evalúa si la incorporación de un nuevo valor causa una desviación estadísticamente significativa en el promedio del periodo actual. Si lo hace, ese año se marca como un cambio potencialmente distinto y las observaciones anteriores se utilizan para confirmar o rechazar la hipótesis nula H_0 de que las observaciones promedio de las anomalías de TSM entre los años comparados son iguales. La hipótesis se prueba utilizando el índice de cambio de régimen, que se calcula de la siguiente manera:

$$RSIc = \sum_{i=c}^{c+m} \frac{x_i^*}{l \sigma_l}$$

Dónde: $m = 0, \dots, l - 1$ (i.e. número de años donde comienza un régimen), l = longitud del corte de los periodos a ser probados y σ_l = desviación estándar promedio para todos los intervalos de un año en la serie de tiempo.

RSI representa una suma acumulativa de desviaciones normalizadas x_i del nivel promedio hipotético para el nuevo régimen (X_{new}), para el cual la diferencia, $diff$, del nivel medio para el régimen actual (X_{cur}) es estadísticamente significativa de acuerdo con una prueba t- de Student:

$$diff = \bar{X}_{new} - \bar{X}_{cur} = t \sqrt{2 \sigma_1^2 / l}$$

Dónde t es el valor de la distribución t con $2l - 2$ grados de libertad en el nivel de probabilidad dado p . Si, en cualquier momento desde el comienzo del nuevo régimen, el RSI se vuelve negativo, la prueba falla y se asigna un valor cero.

Si el RSI permanece positivo a lo largo de $l - 1$, entonces c se identifica como el momento de un cambio de régimen en el nivel $\leq p$. La búsqueda del próximo cambio de régimen comienza con $c + 1$ para asegurar que su tiempo sea detectado correctamente incluso si la duración real del nuevo régimen es < 1 año.

Para evaluar si los cambios en los patrones de operación de la flota se relacionan con la variabilidad ambiental, se aplicó una prueba de correlación cruzada entre indicadores de TSM vs. Índice Pianka. Finalmente, para comprobar si las capturas promedio de cada UO cambian significativamente entre los periodos ambientales, se realizó un análisis de varianza no paramétrico de Kruskal-Wallis.

6. RESULTADOS

6.1. Definición de Unidades Operativas

En total se analizaron 84 encuestas realizadas en 5 localidades pesqueras de la RSI (Fig. 2). Alrededor del 88% de los entrevistados pertenecen a 12 de las 18 cooperativas que operan en esta región; al menos 9% de los pescadores se reconocen como “pescadores libres” (pescadores que trabajan para un permisionario o cooperativa) y sólo algunos trabajan como permisionario del sector privado.

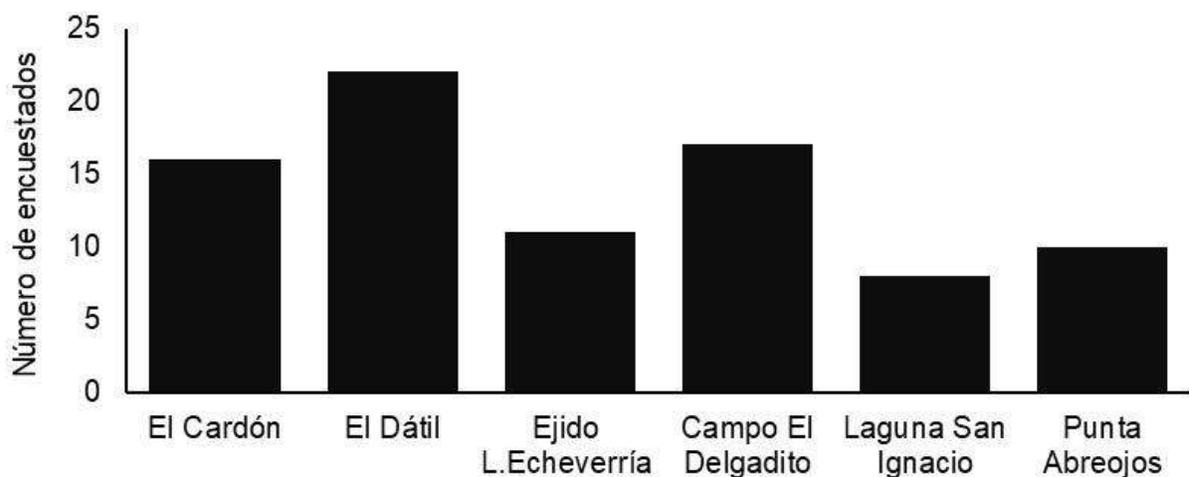


Figura 2. Número de encuestas realizadas en cada localidad de la región de San Ignacio.

La edad promedio de los pescadores es de 43 ± 12 años y en su mayoría son originarios de Baja California Sur (62%). El 88% tiene más de 10 años pescando en la región, dedicándose casi exclusivamente a la pesca y muy pocos, durante algunos meses, se ocupan en actividades como avistamiento de ballenas, ganadería y albañilería (Apéndice 2). Estos datos sugieren que los encuestados tienen suficiente experiencia para comentar sobre el desarrollo de la pesca en la región.

La información proporcionada por los pescadores confirma que la pesca en RSI es multiespecífica y multiartes. En cuanto especies capturadas, refirieron capturar al menos 16 especies objetivo; entre ellas diversas especies de moluscos, crustáceos y peces (Tabla 3). La mayoría manifestó participar en la pesca de lenguado, callo media luna, verdillo y callo redondo. Otras pesquerías con participación considerable son

curvina (62%), jurel (56%), langosta (48%), jaiba (36%) y almeja pismo (33%). Las pesquerías con porcentajes menores al 30% son almeja chocolate, tiburón, sierra, lisa, camarón y almeja pata de mula (Fig. 3).

Tabla 3. Especies aprovechadas y artes de pesca empleadas en la región de San Ignacio.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Grupo comercial	Arte pesca *
Hacha china	<i>Atrina maura</i>	Pinnidae	Callo de hacha	1
Hacha larga	<i>Pinna rugosa</i>	Pinnidae	Callo de hacha	1
Almeja pismo	<i>Tivela stolorum</i>	Veneridae	Almeja pismo	1
Almeja chocolate	<i>Megapitaria squalida</i>	Veneridae	Almeja chocolate	1
Pata de mula de mangle	<i>Anadara tuberculosa</i>	Arcidae	Almeja pata de mula	2
Langosta	<i>Panulirus interruptus</i>	Palinuridae	Langosta	3
Jaiba verde	<i>Callinectis bellicosus</i>	Portunidae	Jaiba	3
Camarón café	<i>Farfantepenaeus californiensis</i>	Penaeidae	Camarón	4
Lenguado californiano	<i>Paralichthys californicus</i>	Paralichthyidae	Lenguados	5
Verdillo	<i>Paralabrax nebulifer</i>	Serranidae	Cabrillas	3
Corvina	<i>Cynoscion parvipinnis</i>	Scianidae	Corvinas	5, 6
Cabicucho	<i>Atractoscion nobilis</i>	Scianidae	Corvinas	5, 6
Jurel aleta amarilla	<i>Seriola lalandi</i>	Carangidae	Jureles	5, 6
Sierra del Pacifico	<i>Scomberomorus sierra</i>	Scombridae	Sierra	6
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	Mugilidae	Lisas	6
Tiburón	Diversas especies		Tiburón	5

*Tipo de artes de pesca: 1) Buceo, 2) Recolección manual, 3) Trampas, 4) Atarraya, 5) Redes de fondo, 6) Redes de superficie.

El 44% de los encuestados indicó al callo de hacha de media luna como la pesquería más importante. La segunda más importante fue el callo redondo con 39%, seguido del lenguado (20%) y por último el jurel (17%) y verdillo (16%) fueron señaladas como las terceras en importancia en la región (Apéndice 3). Entre los seis criterios incluidos para justificar la importancia de las pesquerías, el 70% de los encuestados consideró al precio de venta de la playa como el factor que define la importancia del recurso; otro 27% consideró que es su abundancia (Apéndice 4). La

demanda del mercado, los costos de operación y la disponibilidad de permiso no fueron relevantes.

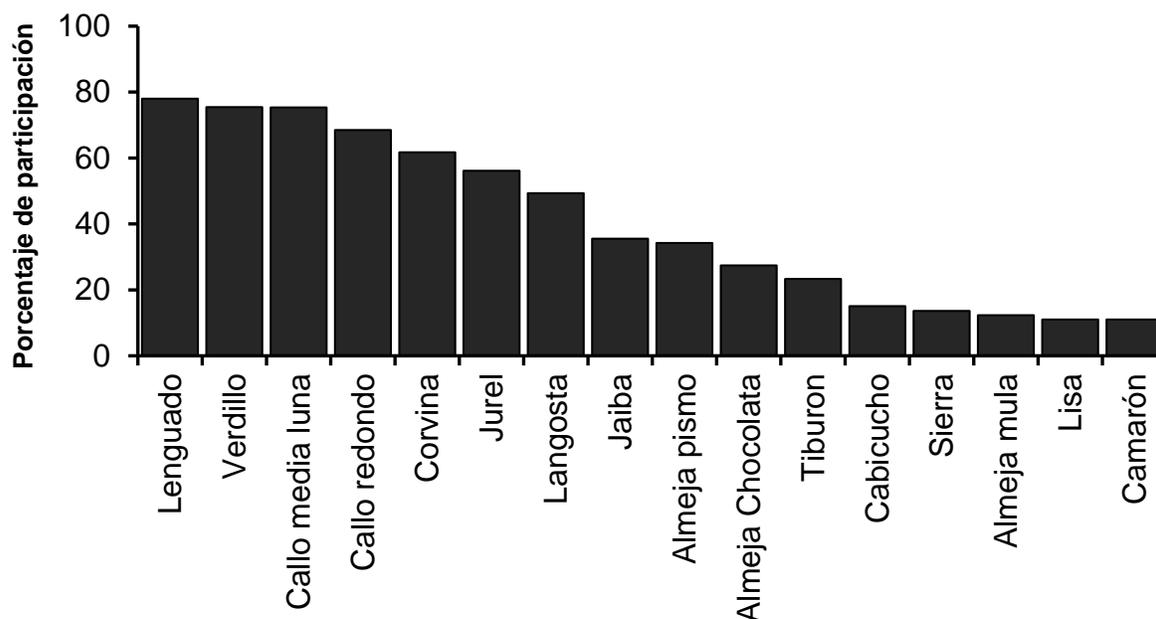


Figura 3. Participación de pescadores en pesquerías por especie en la región de San Ignacio.

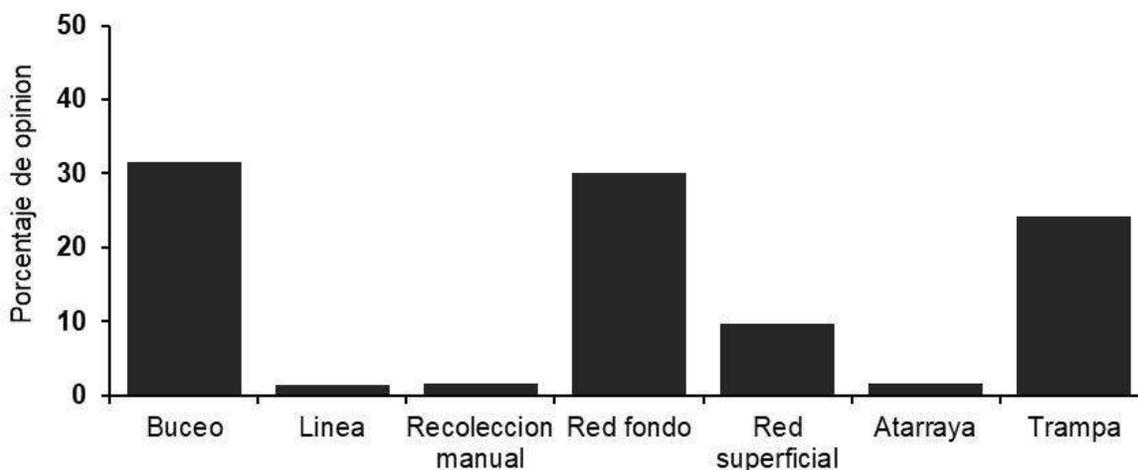


Figura 4. Frecuencia de uso de artes de pesca según la encuesta.

En cuanto a las artes-sistema de pesca, los pescadores encuestados mencionaron, buceo, recolección manual, trampas, atarraya, redes de fondo y redes de superficie. De estas sobresalieron el buceo (31%), las redes (30%) y las trampas (24%) (Fig. 4). En la captura de peces con redes de fondo las especies incluyen lenguado (89%), curvina (83%) y jurel (78%). Con redes superficiales se captura

cabicucho (100%), lisa (63%) y sierra (50%). Para tiburones el 60% emplea redes de fondo y 40% línea con anzuelos (Fig. 5).

El buceo tipo Hooka se usa para la captura de callos redondo y media luna, almeja chocolata y almeja pismo. La almeja pata de mula se recolecta manualmente excavando el sustrato entre las raíces del mangle para localizar a los individuos. Para la captura de camarón se emplean atarrayas. Las trampas se utilizan para capturar jaiba, langosta y verdillo; las diferencias radican en las especificaciones técnicas de su confección y diseño.

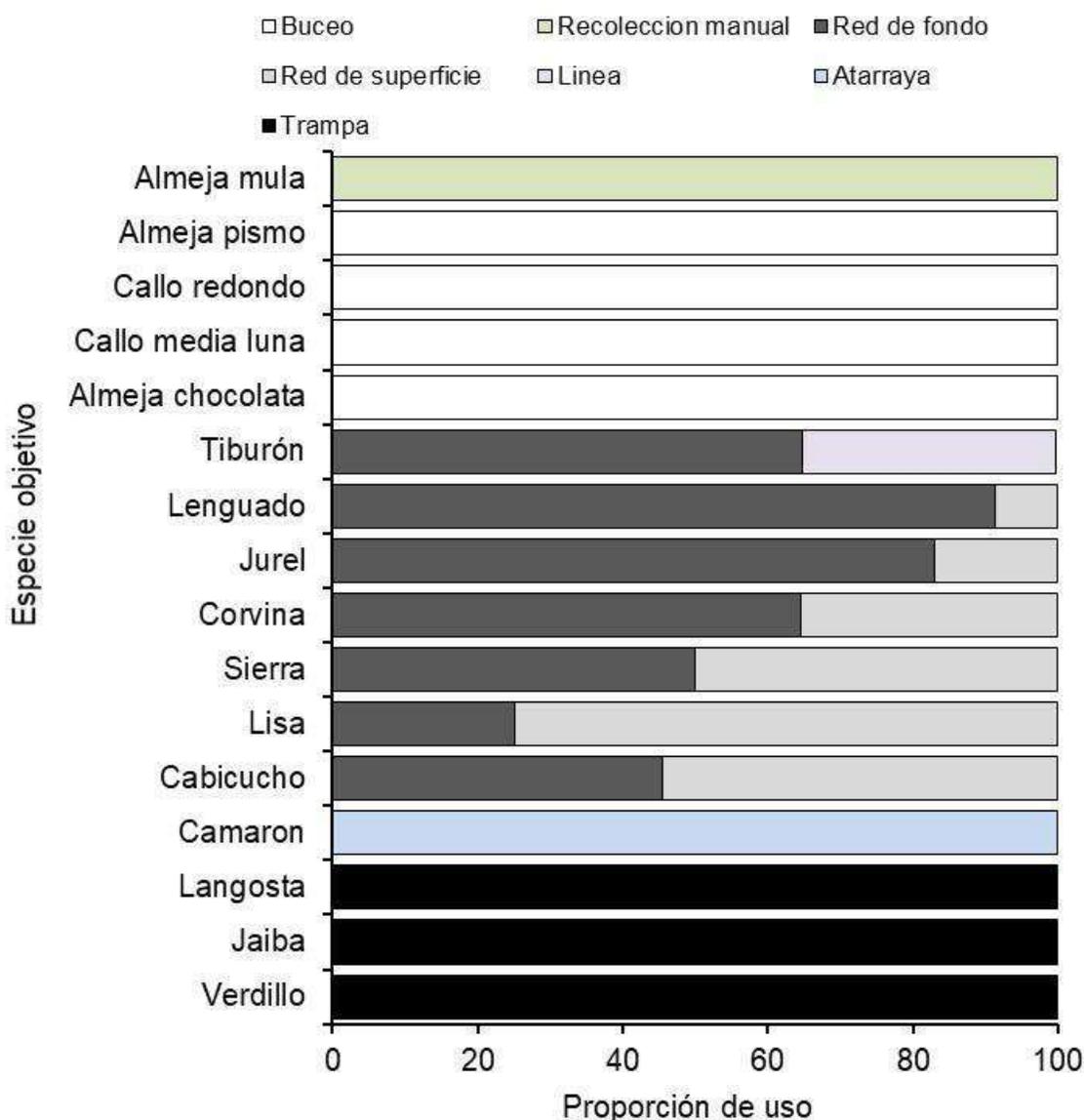


Figura 5. Frecuencia relativa de uso de artes de pesca por especie según pescadores de la región de San Ignacio.

Al considerar la relación entre especies y artes de pesca para definir unidades operativas (UO), desde los datos de las encuestas, el análisis de conglomerados permite identificar 10 grupos (Fig. 6) pero, con la información derivada de las encuestas, se logra una mejor definición. Por ejemplo, la UO trampa-jaiba y la UO trampa-langosta se agrupan en un conglomerado, pero en la práctica las trampas que utilizan son diferentes y propias para cada especie objetivo; además, la pesca de cada especie se administra de forma independiente (SAGARPA, 2012).

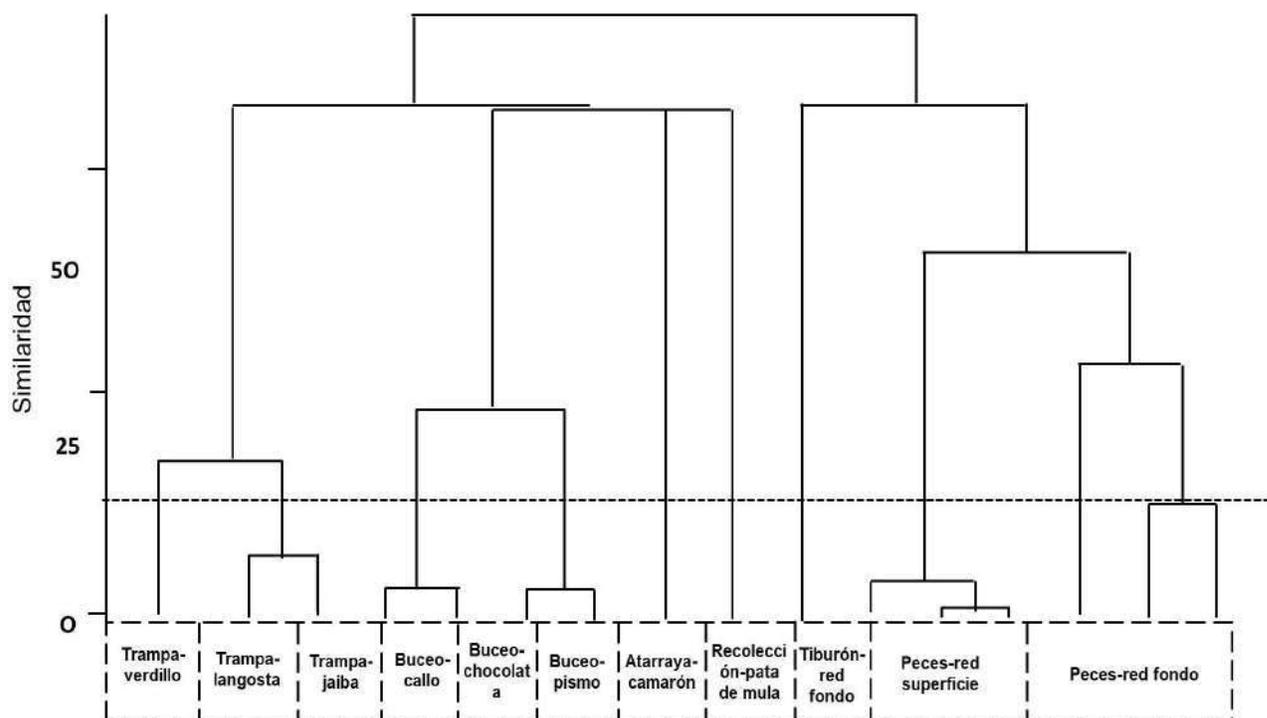


Figura 6. Dendrograma y definición de Unidades Operativas pesquera en la región de San Ignacio.

La UO buceo-callos incluye dos especies objetivo (redondo y media luna), pero se capturan con la misma técnica y en los avisos de arribo se registran sin distinguirlas, por consecuencia se consideran en la misma UO. Las UO buceo-almeja chocolate y buceo-almeja pismo son independientes porque las especies objetivo se registran así y además su administración se realiza a través de diferentes instituciones: la almeja chocolate por la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca-CONAPESCA

(SAGARPA, 2012), y la almeja pismo por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2010).

Las UO dedicadas a la captura de peces se dividieron en dos según el tipo de artes de pesca: redes de fondo y de superficie. La UO peces-redes de fondo tiene como especies objetivo lenguado, jurel y curvina. La UO peces-redes de superficie incluye cabicucho, sierra del Pacífico y lisa.

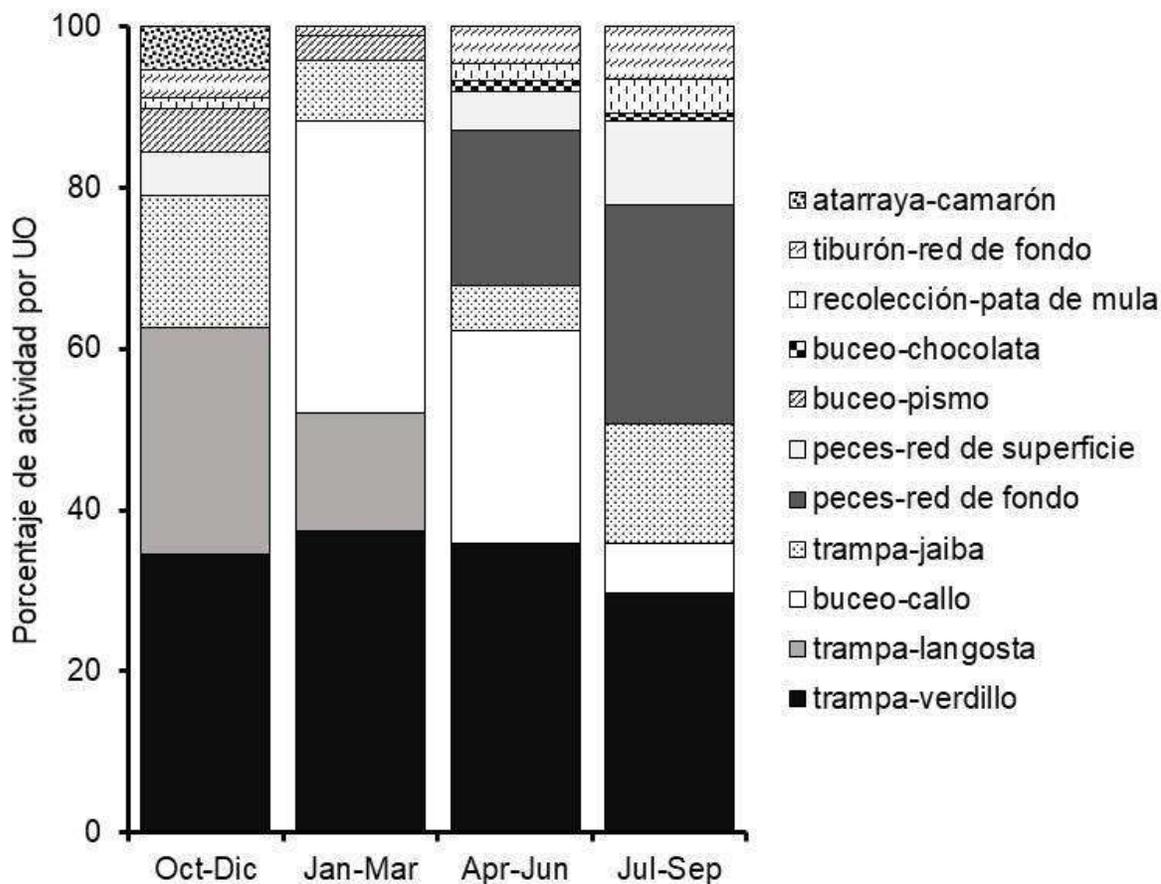


Figura 7. Porcentaje de actividad por trimestre para cada unidad operativa en la región de San Ignacio.

En promedio, las unidades operativas con la mayor actividad fueron la trampa-verdillo, trampa-langosta, buceo-callo y peces-redes de fondo (Fig. 7). La UO trampa-verdillo trabaja todo del año y representa entre 30 y 37% de la actividad total por temporada. Durante el octubre-diciembre, la UO trampa-langosta tiene su máxima actividad (28%), al igual que la UO trampa-jaiba (16%). Durante este período, otras cinco UO están activas, cada una con menos del 10%. De enero a marzo, las UO de trampa-langosta y trampa-jaiba reducen su actividad (15 y 8%, respectivamente),

mientras que la UO de buceo-callos alcanza el máximo (36%) y las UO de tiburón-redes de fondo y buceo-pismo tienen una actividad muy baja.

De abril a junio la actividad de las UO buceo-callos y trampa-jaiba disminuye (10 y 2% respectivamente), y las UO peces-red de fondo y peces-red de superficie representan el 19% y 5%. En este período las UO buceo-chocolata y recolección-pata de mula se activan. Finalmente, de julio a septiembre, a medida que la UO buceo-callos disminuye, la de peces-red de fondo presenta su máxima actividad (27%) y trampa-jaiba, peces-red de superficie y tiburón-red de fondo aumentan (Fig. 7).

El análisis de conglomerados de las 36 áreas de pesca referidas por los pescadores muestra cinco zonas de pesca (Fig. 8). La zona 1 (Z1) está en la parte superior de la laguna y la Z2 en la parte media. La Z3 incluye áreas cerca de la desembocadura de la laguna, el Estero del Cardón y la zona costera inmediata. En las Z4 y Z5 están las localidades pesqueras más profundas de la región de San Ignacio; la Z4 en la parte sur y la Z5 en la parte norte (Fig. 9).

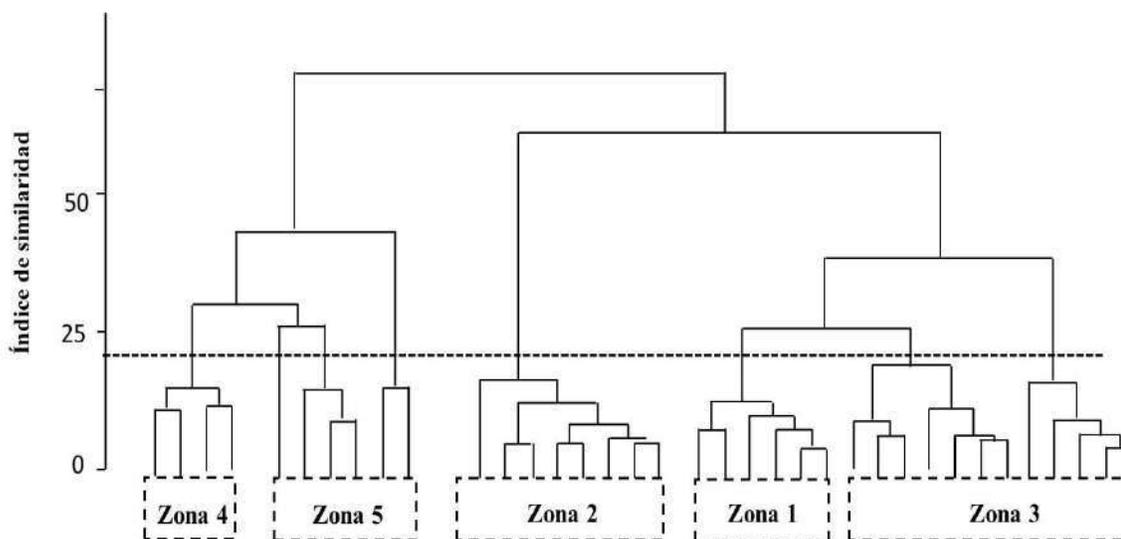


Figura 8. Zonas de pesca de la flota de pequeña escala in la región de San Ignacio.

En las zonas Z1 y Z2 el 80% de los pescadores participan en la UO buceo-callos. En Z4 y Z5 predominan las UO trampa-verdillo (30%) y peces-red de fondo (51%). En Z3, en áreas poco profundas, operan las UO buceo-pismo y buceo-chocolata, mientras en las regiones más profundas, las OU peces-red de fondo, peces-red de superficie y trampa-langosta (Fig. 10).

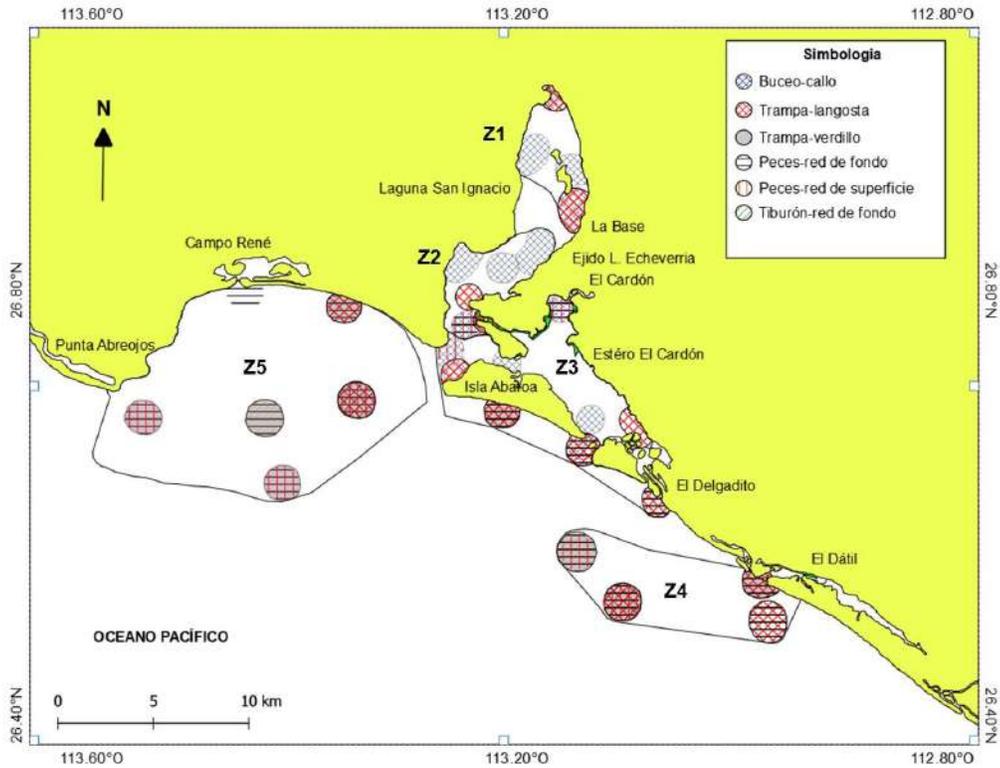


Figura 9. Distribución espacial y uso de zonas de pesca en la región de Laguna de San Ignacio.

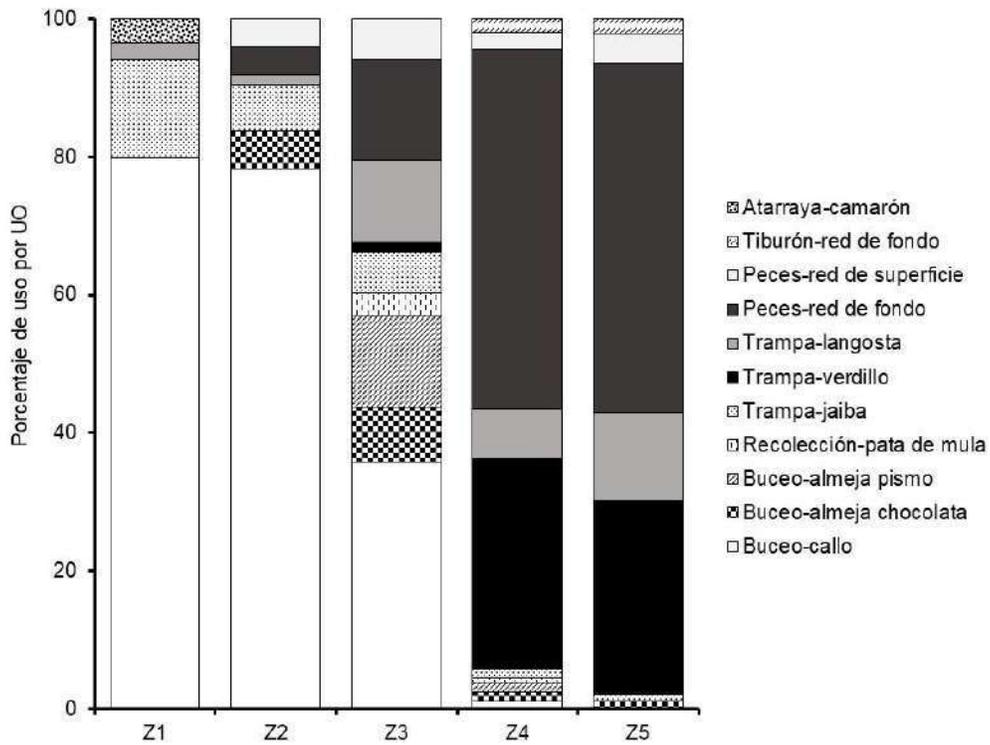


Figura 10. Actividad de unidades operativas por zona de pesca.

6.2. Ciclos de producción

A partir de la base de datos de avisos de arribo del 1998 a 2017, se identificó que en la región de San Ignacio participan 17 unidades económicas pesqueras. La Subdelegación de Pesca y Acuicultura de BCS informó de 248 embarcaciones menores y 65 permisos de pesca. En los avisos se registraron 41 lugares de captura y 25 sitios de desembarco. Por su frecuencia de registro, los sitios de desembarque más relevantes son Punta abreojos (45%), El Cardón (19%), Estero la Bocana (12%), Laguna San Ignacio (10%) y El Dátil (8%). El 57% de los lugares de captura se ubican en la zona Z5, 29% en Z3 y 10% en Z4 y 2% en Z1.

Tabla 4. Importancia relativa de las especies capturadas por la flota de pequeña escala de la RSI.

Grupo comercial	Nombre científico	% Avisos	% Peso	% Valor	IIR
Verdillo	<i>Paralabrax nebulifer</i>	11	46	15	72
Lenguado	<i>Paralichthys californicus</i>	10	6	8	24
Corvina	<i>Bairdiella incistia</i>	7	4	6	17
Jurel	<i>Seriola lalandi</i>	5	7	4	16
Pierna	<i>Caulolatilus sp.</i>	5	3	1	9
Berrugata	<i>Micropogonias sp.</i>	5	2	0	7
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	3	3	1	7
Lapón	<i>Scorpaena sp</i>	4	1	0	5
Mero	<i>Epinephelus spp.</i>	4	0	1	5
Cabicucho	<i>Diplectrum pacificum</i>	1	1	1	3
Cocinero	<i>Semicossyphus pulcher</i>	3	0	0	3
Mojarra	<i>Diapterus sp.</i>	3	0	0	3
Botete	<i>Sphoeroides sp.</i>	1	0	1	2
Rayas	Varias sps.	9	2	1	12
Tiburón y cazón	Varias sps.	9	2	0	11
Langosta	<i>Panulirus sp.</i>	3	5	34	42
Jaiba	<i>Callinectes bellicosus</i>	2	1	1	4
Callo hacha	<i>Atrina maura, Pinna rugosa</i>	2	4	7	13
Abulón	<i>Haliotis corrugata</i>	4	4	16	24
Caracol	<i>Astraea turbanica</i>	0	4	0	4
Almeja pata de mula	<i>Anadara tuberculosa</i>	1	1	1	3
Almeja chocolata	<i>Megapitaria squalida</i>	0	1	0	1
Pulpo	<i>Octopus bimaculatus</i>	1	0	0	1

En los avisos se identificaron 64 especies pertenecientes a 39 grupos comerciales; 23 grupos aportan 93% a la frecuencia de registro, 97% al peso y 98% al valor económico (Tabla 4). El verdillo constituye el 46% del peso total desembarcado y el 11% de los registros de aviso. La langosta, aunque poco frecuente, aporta el 42% del valor económico. El callo de hacha y la abulón también sobresalen por su contribución al valor económico. De las especies de peces destacan lenguado, jurel y corvina. Los callos de hacha ocupan el octavo lugar, seguidos por tiburón y rayas. En conjunto la pesca de peces, sin verdillo, representa el 51% del registro, 27% del peso y 23% del valor.

A las 10 unidades operativas descritas a partir de las encuestas a pescadores se añadieron las UO de buceo-abulón, buceo-caracol y trampa-pulpo. En cada una participa un número diferente de unidades económicas y embarcaciones con permiso (Tabla 5). En las UO de peces con redes de fondo y de superficie participan las 17 unidades económicas que trabajan en la región, con 201 embarcaciones. En la UO trampa-verdillo participan las 17 unidades económicas, pero tiene autorizadas 74 embarcaciones. Otras UO con más de 70 embarcaciones son las de tiburón y langosta, pero en la primera participan 5 unidades económicas y en la segunda sólo 2.

Tabla 5. Número de unidades económicas y embarcaciones por unidades operativas en la Región de San Ignacio

Unidad operativa	Unidades Económicas	Embarcaciones
Peces-red de fondo	17	201
Peces-red de superficie	17	201
Trampa-verdillo	17	74
Tiburón- red de fondo	5	78
Trampa-langosta	2	75
Trampa-jaiba	8	29
Trampa-pulpo	3	34
Buceo-abulón	2	30
Buceo-callo	7	25
Buceo-caracol	2	33
Buceo-chocolata	2	10
Recolección-pata de mula	2	8
Buceo-pismo	1	*

*Número no disponible

El ciclo de producción general muestra que la UO peces-redes de fondo presenta entre el 46 y 52% de la actividad total por periodo, seguida de las UO red de fondo-tiburón que aportan entre el 15 y 22% y trampa verdillo con el 9 y 13%. Se confirma que, de octubre a diciembre, las UO trampa-langosta (11%) y trampa-jaiba (4%) presentan su pico de actividad; otras 4 UO presentan en conjunto menos del 5% de actividad (Fig. 11). De enero a marzo disminuye la actividad de las UO trampa-langosta y trampa-jaiba (5 y 2%, respectivamente) y la UO buceo-callos presenta su máxima actividad (4%). En este periodo, se hace visible la actividad en la UO Buceo-abulón mientras que la recolección-pata de mula y trampa-pulpo presentan una actividad mínima.

De abril a junio, la UO buceo-abulón presenta su máxima actividad (9%), y las unidades buceo-callos y trampa-langosta dejan de operar; Durante este período, la UO trampa-pulpo se activa. Finalmente, de julio a septiembre la UO buceo-callos vuelve a ser activa y la UO recolección-pata de mula presenta su máxima actividad. La UO de peces-red de superficie, es la única que siempre mantiene su nivel de actividad (7%) en todos los periodos.

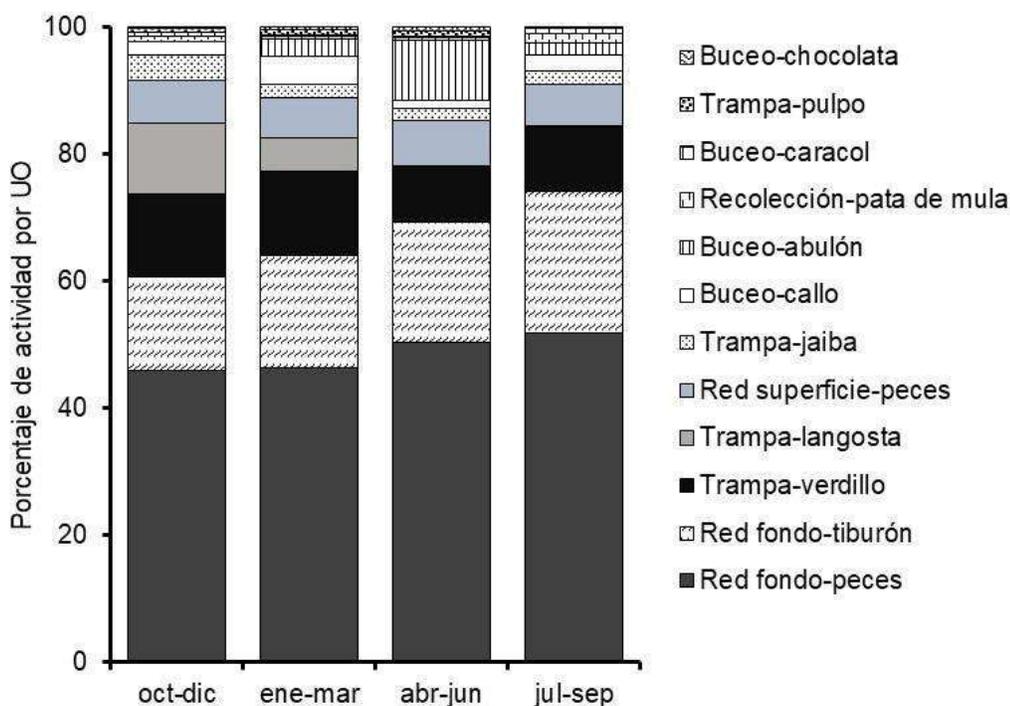


Figura 11. Porcentaje de actividad por trimestre, definida desde los avisos de arribo, para cada unidad operativa en la región de San Ignacio.

Al analizar la frecuencia de avisos de arribo por zona de pesca resultó que la Z1, al interior de la laguna, presenta la menor frecuencia de uso y en ella opera exclusivamente el buceo-callos. Las UO peces-red de fondo y red de fondo-tiburón operan en todas las zonas de pesca, aunque con mayor intensidad en las áreas profundas de la Z3 (53 y 19%) y Z5 (54 y 22%) respectivamente (Fig. 12). En las zonas Z2 y Z3 operan las UO trampa-verdillo (12%), peces-red de superficie (12%) trampa-langosta; buceo-callos (8%), trampa-jaiba (6%) y con menor intensidad, recolección-pata de mula y buceo-chocolata. En la zona Z4, trabajan la trampa-verdillo (17%) y peces-red de superficie (16%). Finalmente, en la zona Z5, además de los peces y el tiburón, también trabajan trampa-langosta (4%) y buceo-abulón (7%).

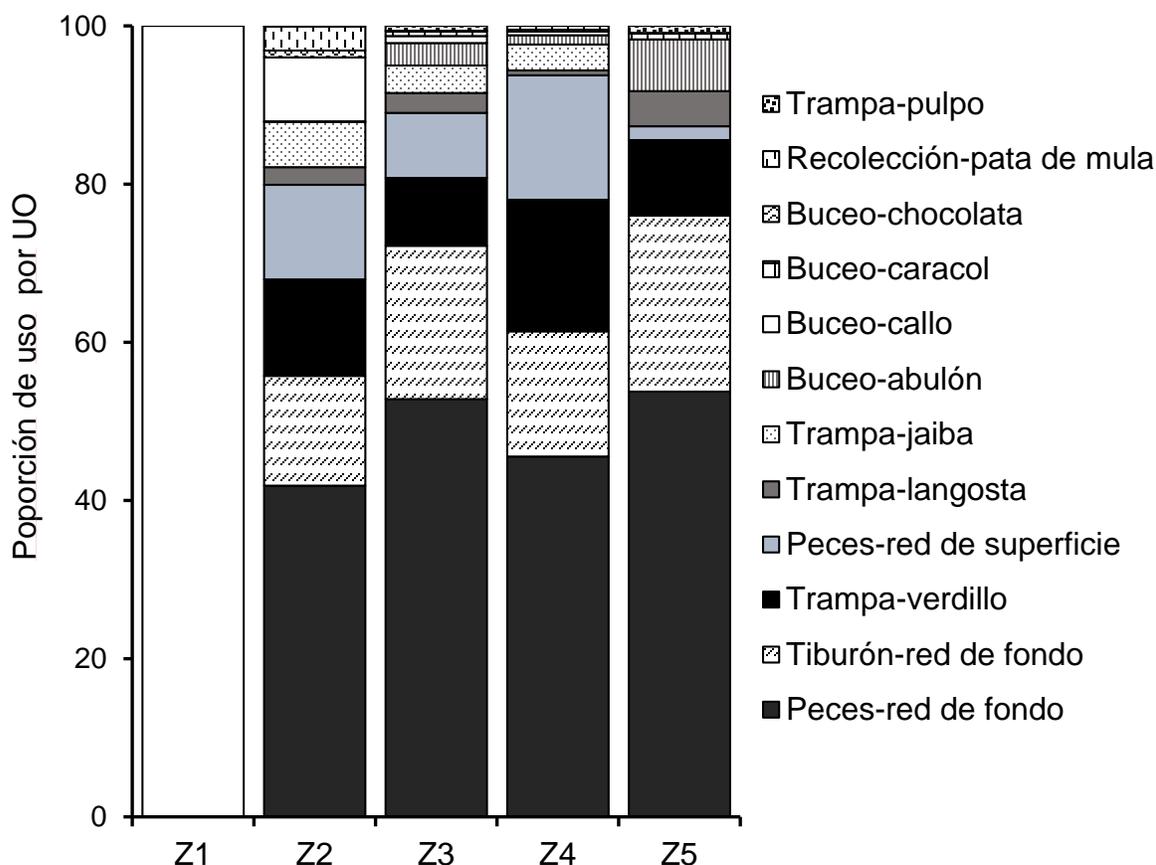


Figura 12. Frecuencia de uso de zonas de pesca por unidad operativa en la región de San Ignacio.

Por su contribución a la frecuencia de arribo, al volumen de captura y al valor económico de la captura, la zona de pesca más importante para las UO de la región es la Z5, que aporta el 50% de los avisos, el 50% de la captura total y el 72% del valor económico de la región (Tabla 6). Le siguen en importancia las zonas Z2, Z3 y Z4.

Tabla 6. Importancia Relativa de las zonas de pesca de la región de San Ignacio.

Zonas	% Avisos	% Captura	% Valor	IIR
Z5	48.2	49.5	70.9	168.7
Z2	27.6	30.9	15.0	73.5
Z3	14.0	10.2	8.6	32.8
Z4	10.1	9.3	5.4	24.7
Z1	0.1	0.2	0.1	0.4

5.3. Tendencias de producción por unidad operativa

El análisis de tendencias de producción de las unidades operativas muestra cambios interesantes en su desempeño. Las UO de peces-red fondo, peces-red superficie y trampa-verdillo presentan un comportamiento similar en sus registros de aviso, con incrementos graduales hasta 2013 y el descenso en los registros desde 2014, no obstante, la UO peces-red superficie se diferencia por aumentar en 2016 y 2017 (Fig. 13 a, c, d).

La UO tiburón-red de fondo alcanzó el máximo en 2011 y luego decreció de forma notable. La UO trampa-langosta se mantuvo de 1999 a 2004, después disminuyó a casi la mitad hasta 2011 y se recuperó en los últimos años de la serie. La UO abulón creció hasta su máximo entre 2006-2007 y desde entonces su actividad tiende a disminuir (Fig. 13 b, e, f).

La UO buceo-callo se mantuvo con variaciones en registros de 2001 a 2007 para luego disminuir hasta el mínimo en 2013 y mostrar recuperación de 2014 a 2017. La UO trampa-jaiba, creció hasta 2008 para posteriormente disminuir y crecer levemente a partir de 2011 (Fig. 14 g, h). La UO buceo-almeja chocolata tuvo su mayor actividad de 2008 a 2013, luego disminuyó y en los últimos años no presentó registros. La UO trampa-pulpo presentó amplias fluctuaciones interanuales y parece disminuir en los últimos años. La UO buceo-caracol también presentó fluctuaciones importantes,

creciendo hasta 2007 y desde entonces tiende a disminuir. Por último, la UO recolección-almeja pata de mula incrementó de 2000 a 2006, luego disminuyó a niveles medios hasta 2015, pero en 2017 disminuyó notablemente (Fig. 14 i, j, k, l).

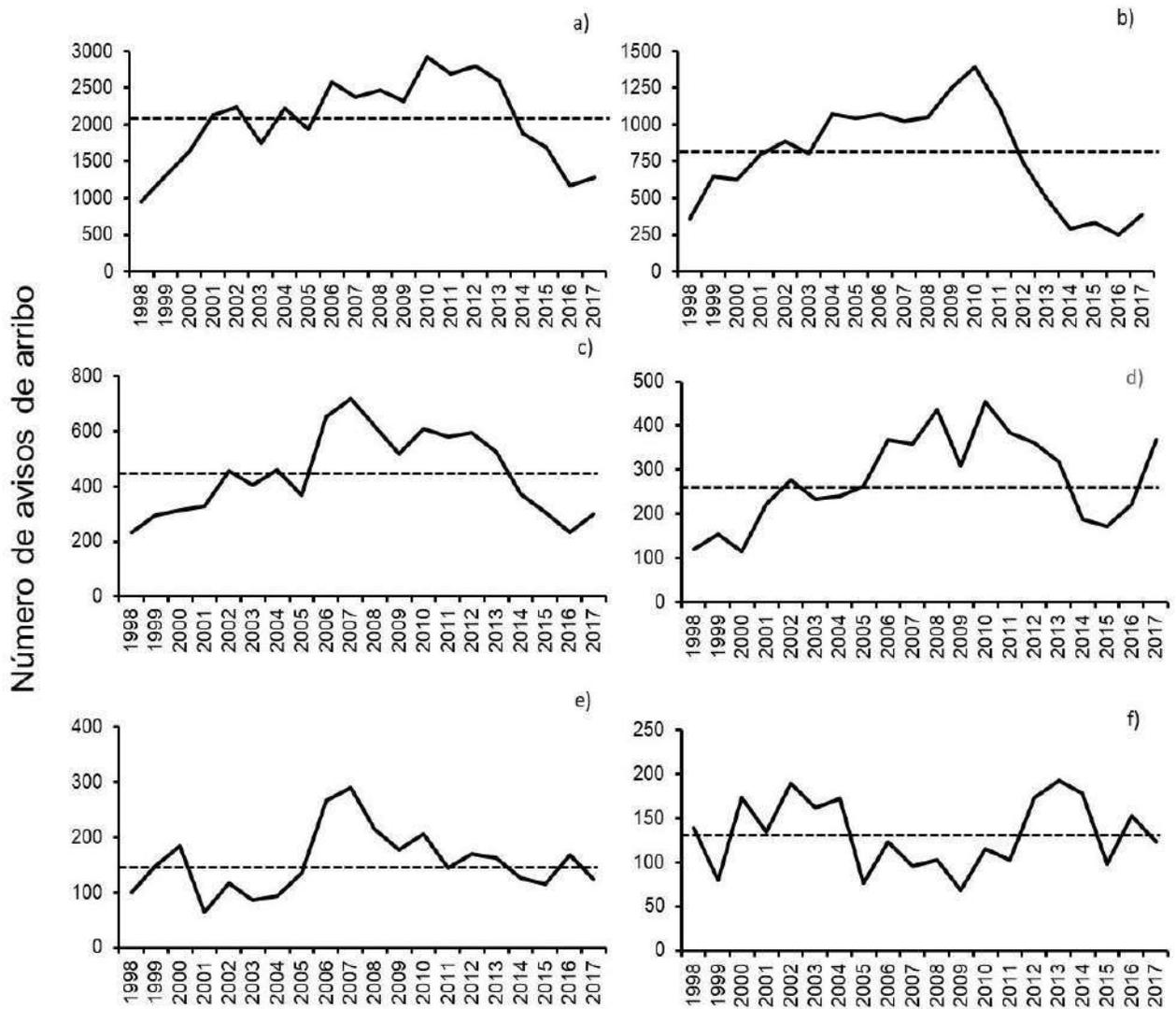


Figura 13. Número de registros por año por unidad operativa. A) peces-red de fondo; B) tiburón-red de fondo; C) trampa-verdillo; D) peces-red superficie; E) buceo-abulón; F) trampa-langosta.

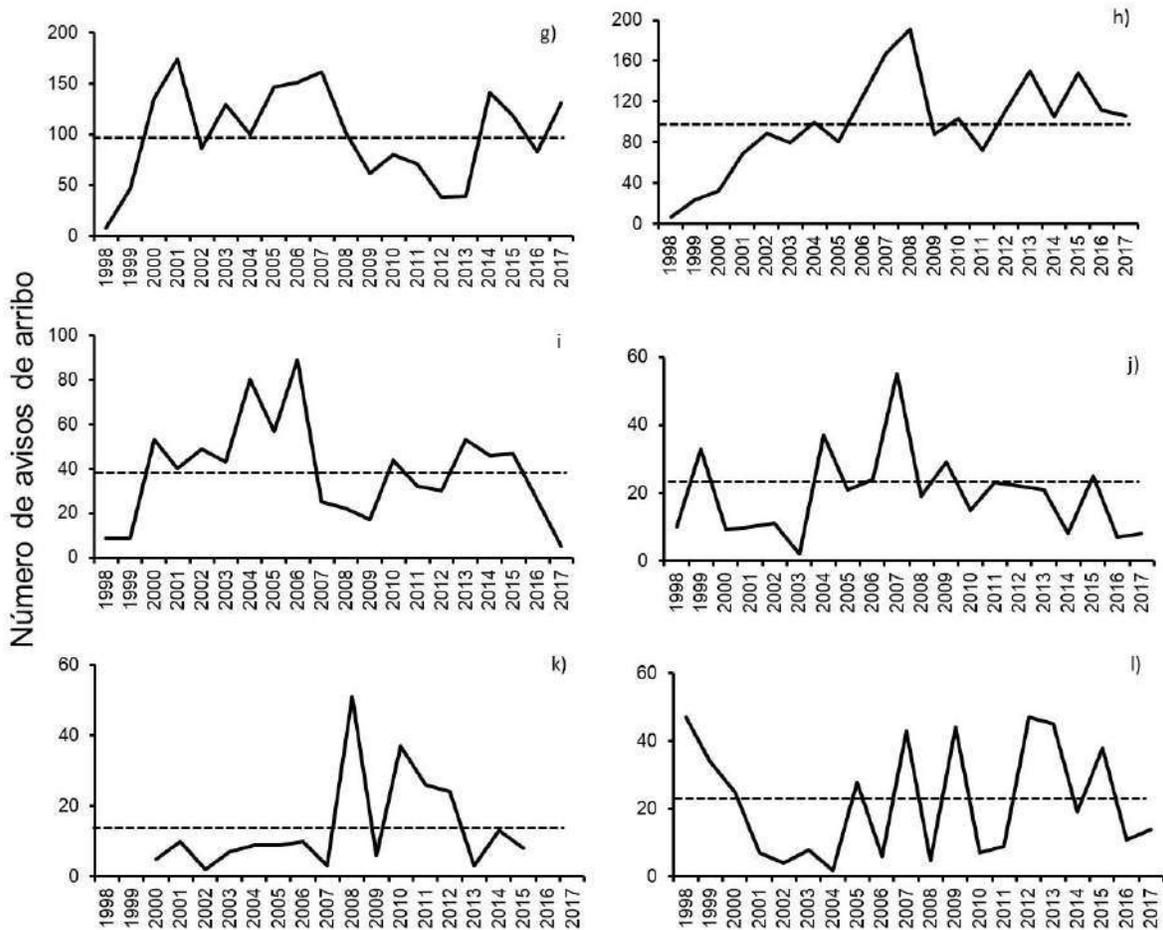


Figura 14. Número de registros por año por unidad operativa. g) buceo-callos; h) trampa-jaiba; i) recolección-pata de mula; j) buceo-caracol; k) buceo-chocolata; l) trampa-pulpo.

Las capturas promedio anuales indican, que en los últimos 20 años la pesca de verdillo se incrementó aceleradamente de 1998 a 2002 hasta alcanzar 172 t, en donde se mantuvo del 2003 al 2012 y de 2013 a 2017 su tendencia fue negativa (Fig. 15 a).

Las tendencias también muestran un crecimiento en las capturas de las UO peces-red de fondo, tiburón-red de fondo, peces-red fondo superficie. Las dos primeras alcanzan su máximo en 2010 con 113 t y 20 t respectivamente y la tercera en 2007 y 2008 con 19 t; las tres disminuyeron rápidamente desde 2011 hasta 2016 con un aparente repunte en 2017 (Fig. 15 b, d, e).

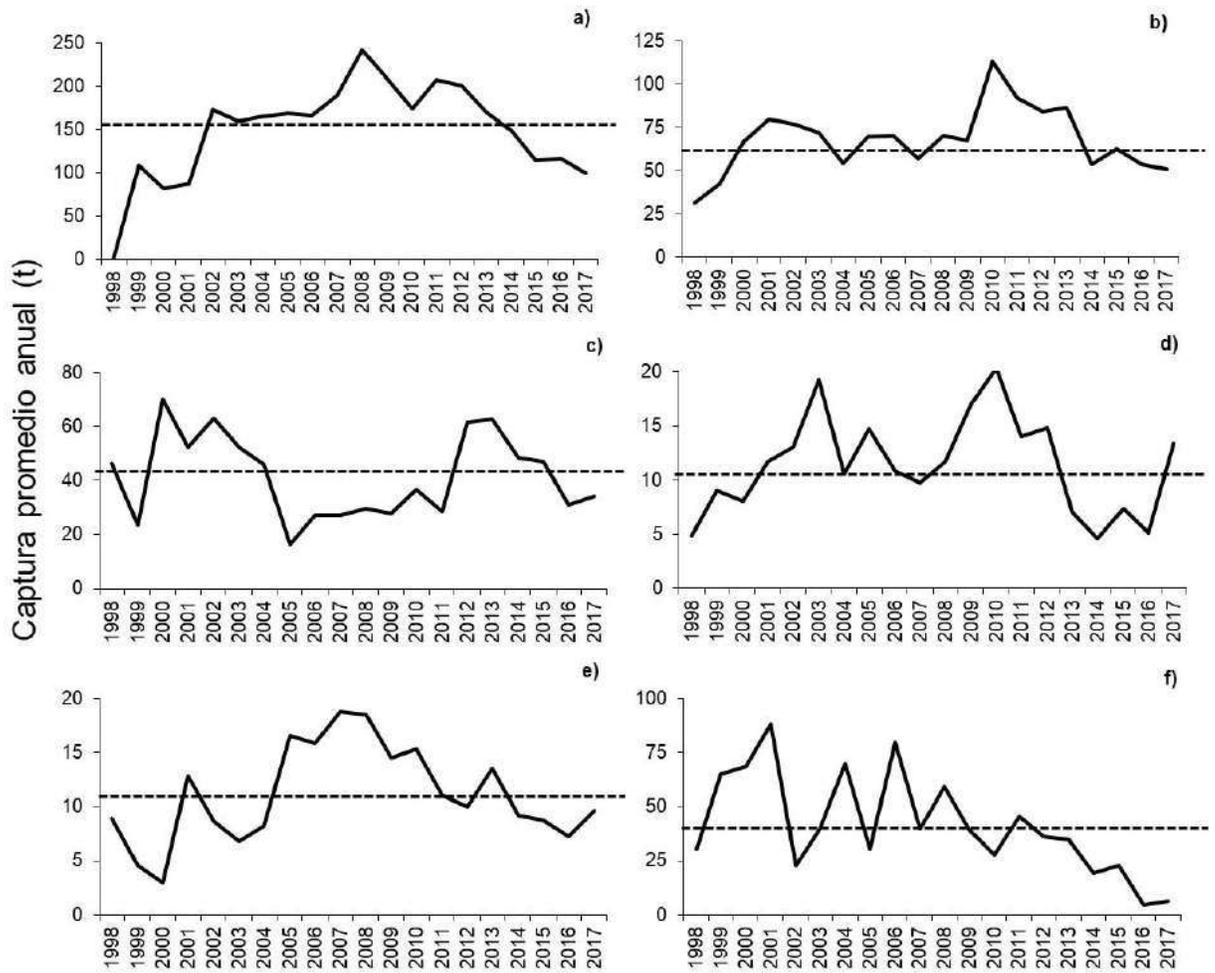


Figura 15. Tendencias de capturas de las UO que operan en la región de San Ignacio. a) trampa-verdillo; b) peces-red de fondo; c) trampa-langosta; d) tiburón-red de fondo; e) peces-red fondo superficie; f) buceo-caracol.

La trampa-langosta creció rápidamente de 1998 a 2004, después cayó rápidamente y de 2005 a 2011 se mantuvo en 28 t, entre 2012 y 2013 se recuperó con 62 t, desde 2014 su tendencia es negativa con una leve recuperación en 2017 (Fig. 15 c). En lo que se refiere al buceo-caracol, en principio mostro rápido crecimiento en sus capturas hasta alcanzar su máximo de 88 t en 2001, posteriormente presentó fluctuaciones en lapsos de 2 años hasta 2006 y desde entonces su tendencia es negativa (Fig. 15f).

Las capturas en la UO buceo-callo crecieron paulatinamente de 2000 a 2004 con 19 t por año, posteriormente incremento sus capturas a 46 t en 2007 y luego

disminuyó entre 2008 y 2013, con repuntes entre 2001 y 2012. Aunque las capturas alcanzaron su máximo nivel (74 t) en 2015, la tendencia desde entonces es negativa (Fig. 16g). El buceo-abulón, de 1999 a 2002 las capturas mostraron una tendencia negativa (12 t), posteriormente las capturas mostraron una recuperación y se mantuvieron en 33 (t) por año del 2004 al 2017, sin embargo, en el último año su tendencia es negativa (Fig. 16h).

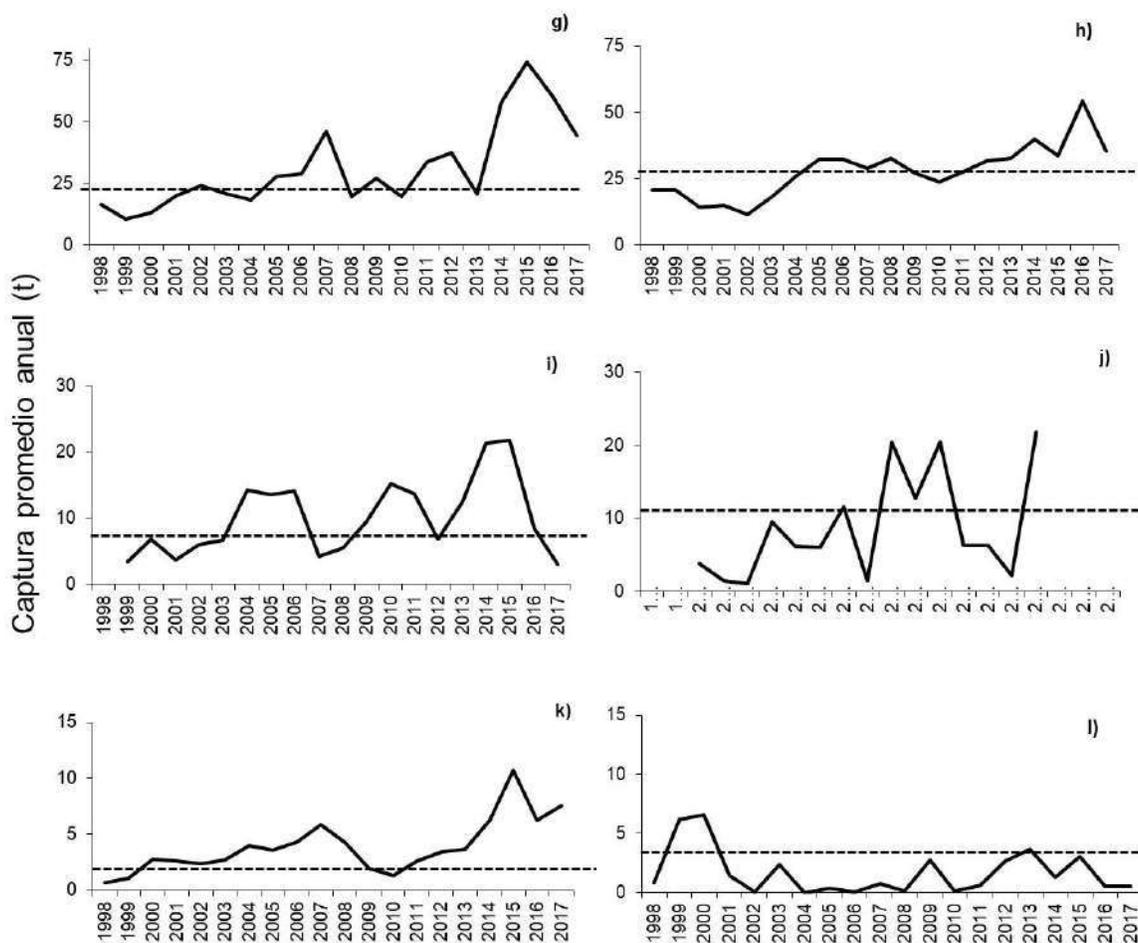


Figura 16. Tendencias de capturas de las UO. g) buceo-callos; h) buceo-abulón; i) recolección-pata de mula; j) buceo-chocolata; k) trampa-jaiba; l) trampa-pulpo.

Las demás UO, también han presentado variaciones en sus capturas, aunque algunas han presentado periodos de no actividad. La recolección-almeja pata de mula incremento sus capturas del 2000 al 2006, luego disminuyo del 2007 al 2009 y se volvió a recuperan entre 2010 y 2015 hasta alcanzar 15 (t) por año, y finalmente presentó una tendencia negativa. En el caso de la trampa-jaiba, creció en 2007 con 7 (t),

después disminuyó a niveles bajos (3 ton) hasta 2013 y desde 2014 a 2017 su tendencia es positiva. La de buceo-almeja chocolata presentó sus mayores capturas de 2008 a 2010 y en 2014, y desde entonces no presentó actividad. Por último, la UO de trampa-pulpo presentó sus máximas capturas entre 1999 y 2000 y después variaciones interanuales entre 2002 y 2015 con tendencia negativa los últimos dos años (Fig. 16 i, j, k, l).

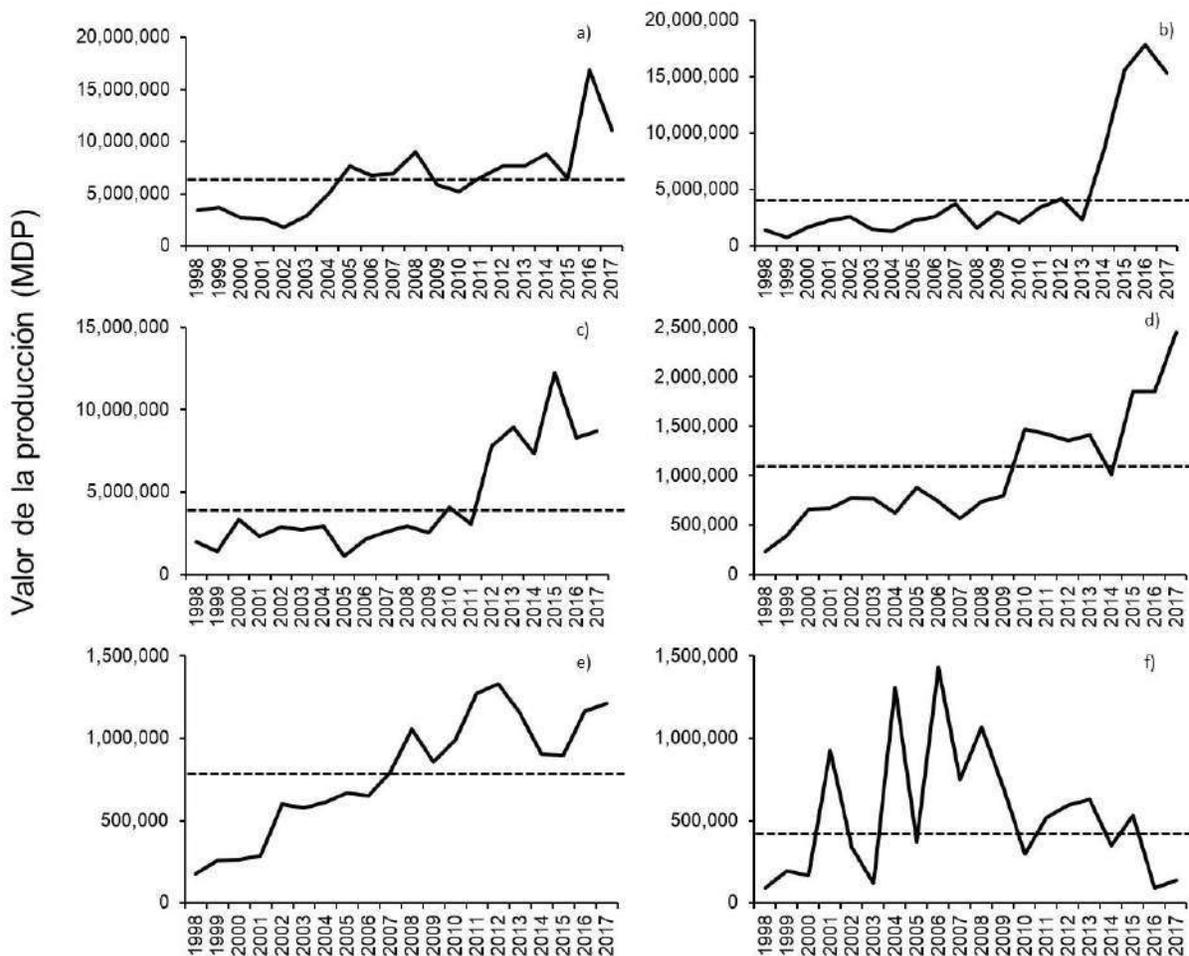


Figura 17. Tendencia de los valores de la captura por unidad operativa. a) buceo-abulón, b) buceo-callo, c) trampa-langosta, d) peces-red de fondo, e) trampa-verdillo, f) buceo-caracol.

En la región de San Ignacio el 86 % del valor de las capturas es aportado por cuatro UO: buceo-abulón (29%), buceo-callo (25%), trampa-langosta (20%) y peces-red de fondo (11%). El buceo-abulón, creció poco de 2002 a 2005, con 7 millones de

pesos por temporada hasta 2015, después creció considerablemente (16 MDP) en 2016). El valor de la producción de la UO buceo-callo se mantuvo en niveles de 2.5 MDP por temporada del 2002 al 2013, y luego incrementó a 14 MDP por temporada. Sin embargo, en ambos casos el valor va por debajo del promedio (Fig. 17 a, b, c, d). El valor de la producción de la UO trampa-langosta varió poco de 2000 a 2011 (2.7 MDP), pero de 2012 a 2015 creció hasta alcanzar 12 MDP. El valor de peces-red de fondo presenta un crecimiento sostenido desde 2015. La UO trampa-verdillo, creció desde 2002 y en 2011 alcanzo 1.1 MDP, después el valor de la captura bajó.

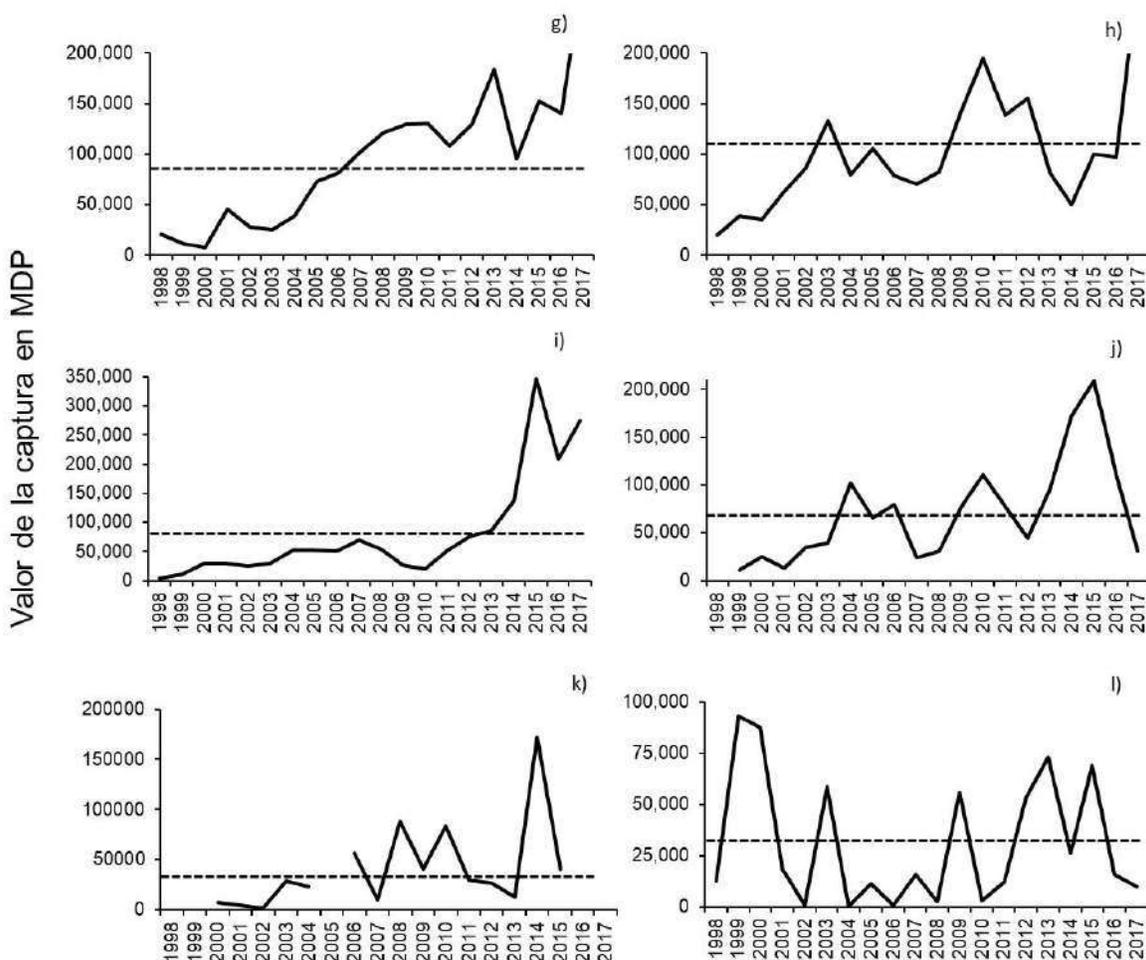


Figura 18. Tendencia del valor de captura por UO. g) peces-red de superficies, h) tiburón-red de fondo, i) trampa-jaiba, j) recolección-pata de mula, k) buceo-chocolata, l) trampa-pulpo.

El valor de la captura de la UO buceo-caracol, presentó variaciones hasta 2006 y desde entonces su tendencia es negativa (Fig. 17 f). La UO peces-red de superficie, tuvo un crecimiento constante en el valor de captura de 2004 a 2013 con una leve disminución en 2014 y finalmente una tendencia positiva en 2017. Por su parte el valor de la producción de la UO tiburón-red de fondo creció notablemente en 2003 y 2010 con descensos en 2007 y 2014, y tendencia fue positiva hasta el 2017. El valor de la UO recolección-pata de mula tuvo picos en 2004, 2010 y 2015, pero cayó en los últimos dos años (Fig. 18 g, h, j).

La UO trampa-jaiba mostro pocos incrementos en el valor de captura hasta 2011 cuando inicio notable tendencia positiva que se mantiene hasta el 2017. El valor de la captura de las UO buceo-chocolata y trampa-pulpo presentó variaciones interanuales, más evidentes en el pulpo que en la almeja chocolata. En ambas las tendencias son negativas (Fig. 18 i, k, l).

Los cambios temporales del Índice de Importancia Relativa (IIR) de cada UO muestran que, en los últimos 20 años, peces-red de fondo, trampa-verdillo y buceo-abulón, han sido las más importantes para la región de San Ignacio, seguidas por trampa-langosta, buceo-callos y tiburón-red de fondo (Tabla 7).

Los peces-red de fondo y trampa-verdillo sobresalen por su frecuencia de arribo y su aporte al volumen de captura, mientras que el buceo-abulón, buceo-callos y trampa-langosta resaltan por su valor económico. El tiburón-red de fondo y los peces-red de superficies, aunque aportan poco al volumen de captura y valor económico, destacan por su frecuencia de uso. En orden de importancia siguen las UO buceo-caracol y trampa-jaiba principalmente por su aporte en peso. Finalmente están las UO recolección-pata de mula, buceo-chocolata y trampa-pulpo.

Tabla 7. Índice de Importancia Relativa por Unidad Operativa en la región de San Ignacio

Unidad operativa	% Frecuencia	% Peso	% Valor	IIR
Peces-red de fondo	49.7	23.7	11.2	85
Trampa-verdillo	10.8	46.2	8.6	66
Buco-abulón	3.6	3.2	29.4	36
Buceo-callos	2.3	4.0	24.7	31
Trampa-langosta	3.1	5.5	20.4	29
Tibuón-red de fondo	19.4	5.0	1.0	25
Peces-red de superficie	6.4	4.1	1.0	12
Buceo-caracol	0.5	4.2	2.1	7
Trampa-jaiba	2.2	0.9	0.8	4
Recolección-pata de mula	0.9	1.5	0.4	3
Buceo-almeja chocolata	0.3	0.9	0.1	1
Trampa-pulpo	0.5	0.3	0.2	1

De 1998 hasta el 2001 la UO peces-red de fondo era la más importante para la pesca en la región, pero de 2002 a 2007 su importancia disminuyó y en ese tiempo la UO trampa-verdillo ocupó su lugar, aunque en 2010 bajo y los peces-red de fondo se recuperaron; en los últimos años ambas han disminuido su importancia visiblemente (Fig. 19 a). Otras UO también han experimentado cambios. El buceo-abulón era la tercera UO, pero de 2000 a 2003 su importancia se redujo y aunque de 2005 a 2012 se recuperó, su tendencia en el último año es negativa.

Por su parte, las UO trampa-langosta y buceo-callos crecieron en importancia entre 2000 y 2004, superando a la buceo-abulón. La langosta 2005 cayó al lugar 7 en importancia en 2005. Las dos, se mantuvieron en niveles bajos hasta 2011 y en los últimos años ambas incrementaron su importancia, sobre todo el buceo-callos.

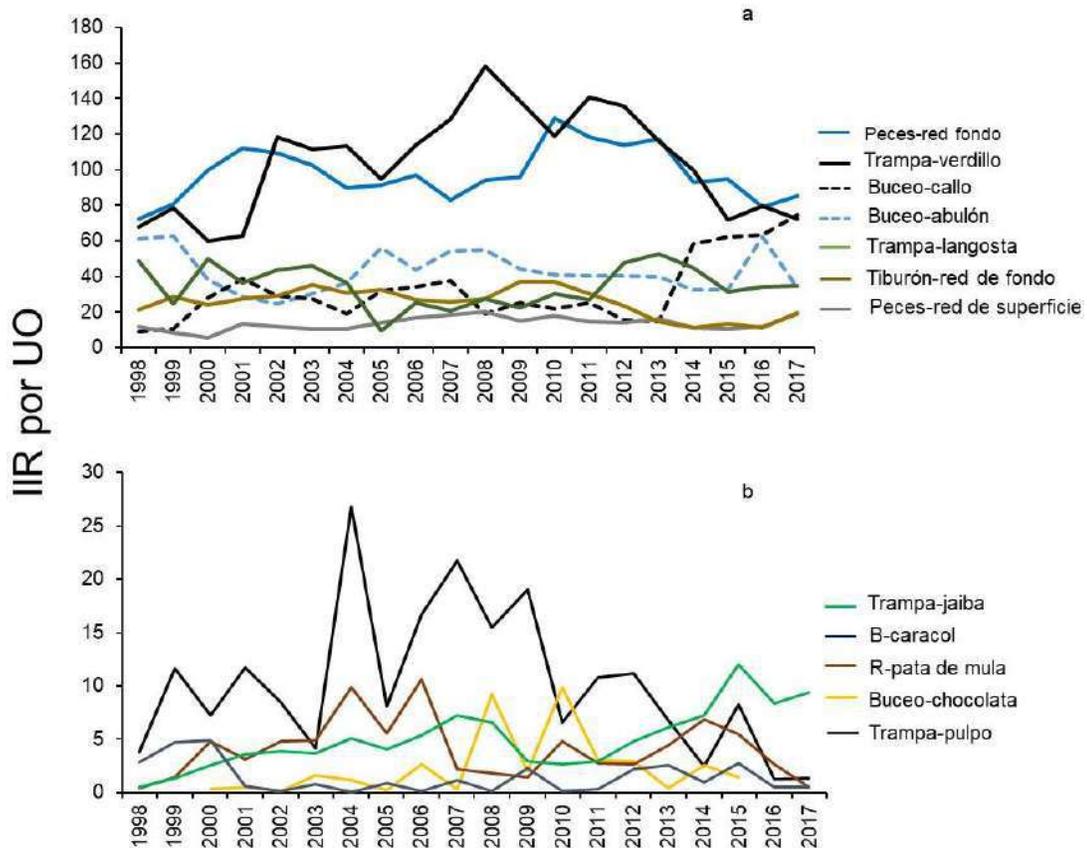


Figura 19. Tendencias del Índice de Importancia Relativa (IIR) de las unidades operativas. a) unidades operativas con mayores valores de IIR. b) unidades operativas con menores niveles de IIR.

Las UO con niveles bajos en el índice de importancia relativa, también han presentado variaciones. El buceo-caracol, creció principalmente entre 2004 y 2009 pero en los últimos años su importancia es mínima. La trampa-jaiba creció desde 2005 y en los últimos años su importancia ha aumentado. La UO recolección-pata de mula fue importante en los primeros años de la serie, pero disminuyó posteriormente. La UO buceo-chocolata destacó en 2008 y 2010, pero en general ha sido intermitente. La UO trampa-pulpo presentó niveles bajos en la mayoría de los años (Fig. 19 b).

La variación del IIR de cada UO a través del tiempo por zona de pesca muestra cambios espaciales en su desempeño. En la zona Z2, las UO peces-red de fondo, trampa-verdillo y buceo-callos alternaron su importancia de 1998 a 2013, pero desde 2014 la UO buceo-callos se convirtió en la más importante; las UO peces-red de fondo y trampa-verdillo disminuyeron su importancia en los últimos años (Fig. 20).

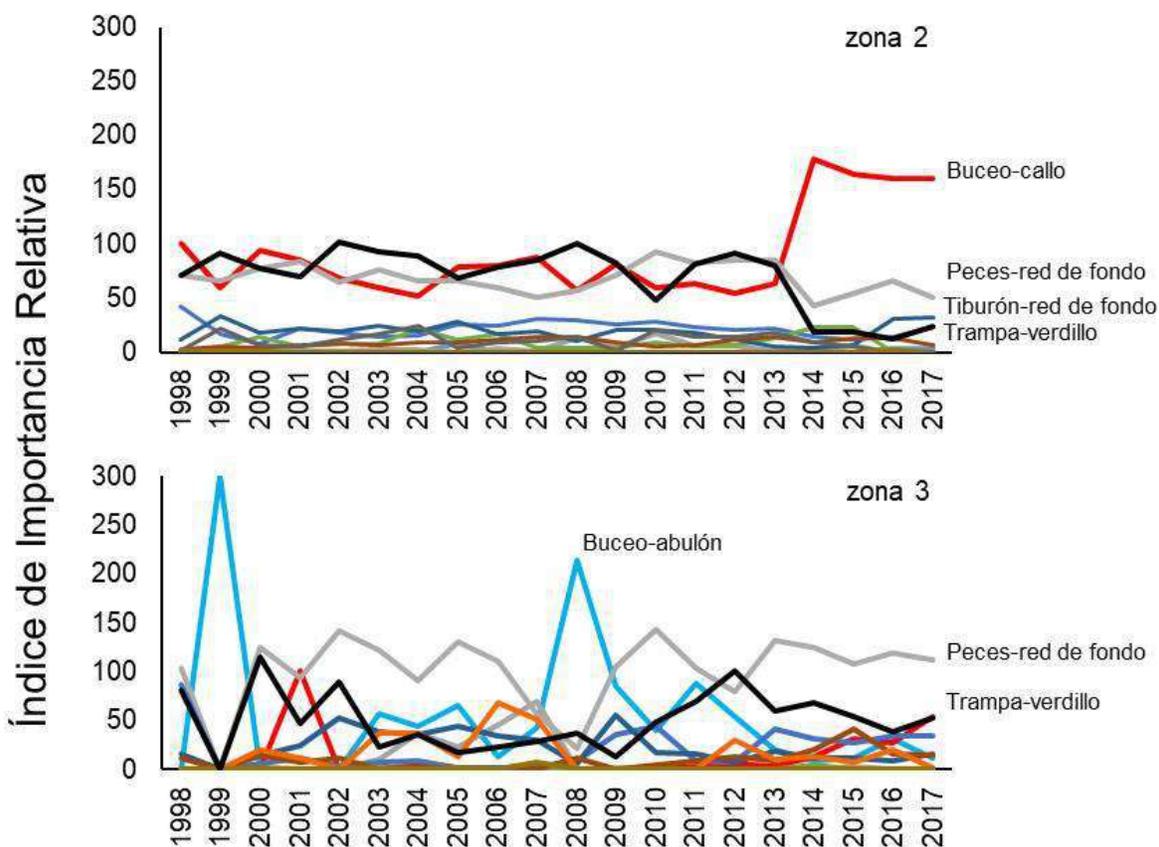


Figura 20. Índice de Importancia Relativa de las unidades operativas por zona de pesca.

En la zona Z3 la UO buceo-abulón fue más importante en 1999 pero desde 2000 su importancia ha disminuido visiblemente. En el tiempo en que la UO buceo-abulón disminuyó su importancia, la de peces-red de fondo creció y desde 2009 junto con la trampa-verdillo son las más importantes. En esta zona, el buceo-de callos fue importante en 2001 y la trampa-langosta entre 2006 y 2007 (Fig. 20).

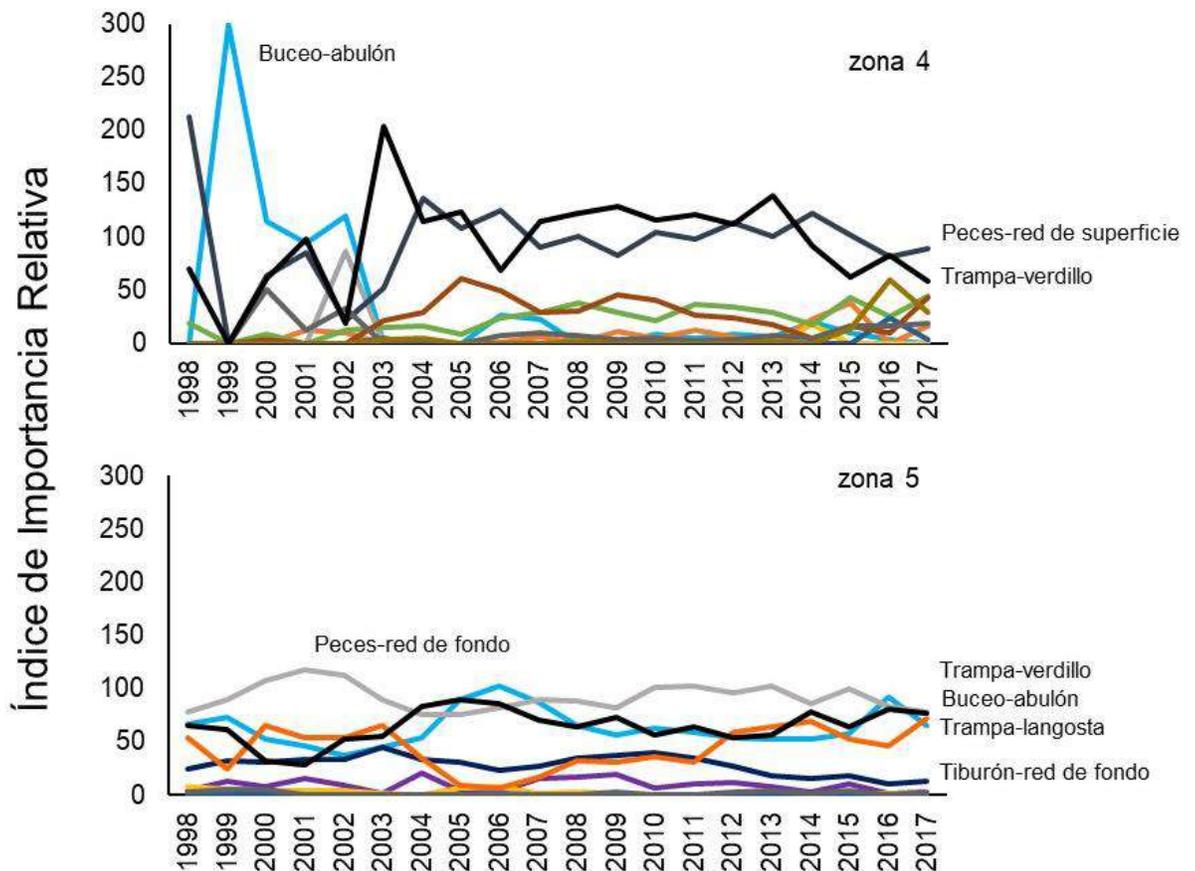


Figura 21. Índice de Importancia Relativa de las UO por zona de pesca.

En la zona Z4, de 1999 a 2002 la UO buceo-abulón fue la más importante, pero desde 2003 disminuyó notablemente. En cambio, desde 2003, las UO trampa-verdillo y peces-red de superficie crecieron y se han mantenido como las UO más importantes. La UO trampa-jaiba fue importante en 2005, 2006, 2009 y 2010, la UO recolección-pata de mula en 2011 y 2012 y la UO trampa-pulpo en 2015 (Fig. 21).

En la zona Z5 las UO peces-red de fondo y trampa-langosta fueron las más importantes entre 2000 y 2003. Entre 2004 y 2010 la UO trampa langosta disminuyó, pero trampa-verdillo y buceo-abulón aumentaron a través de los años. En 2011 la UO trampa-langosta recuperó su importancia y desde entonces junto con peces-red de fondo, trampa-verdillo y buceo-abulón volvieron a ser de mayor importancia. La UO tiburón-red de fondo también ha sido importante en la zona, sobre todo entre 2008 y 2011(Fig. 21).

5.5. Interacción entre UO y efecto ambiental

Al evaluar las variaciones anuales de las anomalías de temperatura superficial del mar, se identificaron tres periodos significativamente distintos (Fig. 22). Un periodo de anomalías positivas de 1998 a 2002; un segundo periodo de 2003 a 2013 con anomalías negativas, y finalmente un tercer periodo de anomalías positivas de mayor intensidad de 2014 a 2017. Durante estos periodos los valores del índice de Pianka, como indicador de cambios en los patrones de operación de las UO, estuvieron inversamente correlacionados ($r = -0.8$) con las anomalías de la TSM (Fig. 22).

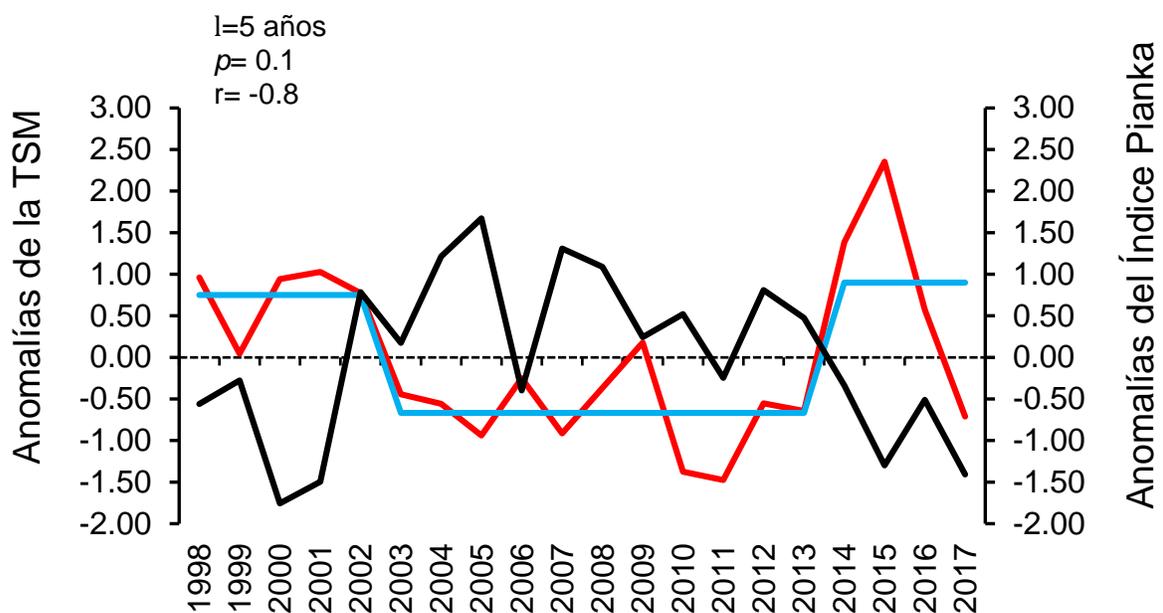


Figura 22. Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (línea roja) e Índice de Pianka (línea negra). La línea azul indica años en donde existen diferencias significativas en la TSM (Rodionov, 2004).

Cuando el índice de Pianka presenta valores positivos, significa que los patrones de operación de la flota se traslapan *i.e.* las proporciones de captura son iguales de un año a otro en un mismo periodo. En cambio, cuando sus valores se vuelven negativos significa que el patrón de operación no se traslapa, *i.e.* las proporciones de captura cambian notablemente de un año a otro.

De esta forma, en los años anómalamente cálidos (periodo 1 y 3) aparentemente la interacción entre unidades operativas generó cambios en el patrón de operación de las unidades operativas, que modificaron la importancia relativa de

algunas unidades; las UO que mejoraron fueron, la langosta y los peces de fondo y las que disminuyeron, el verdillo y abulón. En cambio, durante el periodo anómalamente frío, las interacciones entre unidades operativas se reflejan en menos cambios en los patrones de captura. (Fig. 22). Durante este periodo, la importancia relativa de la langosta y los peces de fondo disminuyeron, y la del verdillo y abulón se incrementaron.

Pese a que la captura promedio no cambió significativamente entre los periodos identificados ($F= 0.18$; $p= 0.91$) (Fig. 23), se observaron cambios en las tendencias de captura a través del tiempo. Es posible que las diferencias hayan quedado opacadas por el considerable aporte de la UO verdillo.

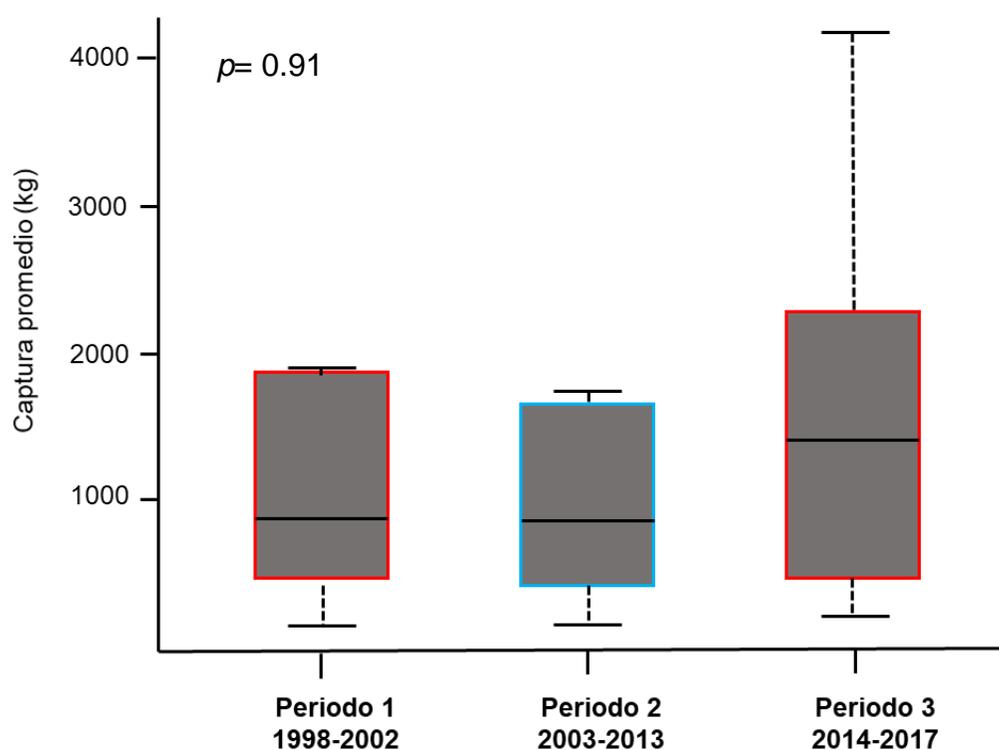


Figura 23. Captura promedio por periodo ambiental. La línea negra indica el promedio en cada periodo.

7. DISCUSIÓN

El enfoque de unidades operativas ha sido utilizado para comprender las interacciones entre pesquerías en distintas partes del mundo. La definición de UO en la mayoría de los casos, se ha basado en la disposición y análisis de grandes conjuntos de datos oficiales sobre la composición de especies en términos de captura, bitácoras de pesca de las flotas o bien la recopilación institucional sistemática para la construcción de modelos (Pelletier & Ferraris, 2000; Ulrich *et al.*, 2001; Ulrich & Anderson, 2004; Vinther *et al.*, 2004).

Sin embargo, este enfoque rara vez ha sido aplicado al estudio de la interacción entre flotas de pequeña escala (Tzanatos *et al.*, 2006; Katzanevakis *et al.*, 2010), debido que uno de los principales obstáculos que impiden la definición y caracterización de UO para el estudio de interacciones en pesquerías de pequeña escala, es que la calidad de los datos es deficiente, escasa y muy pocas veces está disponible (Salas *et al.*, 2007; Forcada *et al.*, 2010; Daw, 2008; Marchal *et al.*, 2008).

En este estudio, la definición y caracterización de UO para analizar la interacción de multipesquerías, fue posible incorporando el conocimiento de los pescadores como insumo de información y datos (Battaglia *et al.*, 2010; Marchal *et al.*, 2013; Arce-Acosta *et al.*, 2018). Las entrevistas con los pescadores proporcionaron información valiosa para la evaluación de la dinámica de la pesca en la región de San Ignacio; los pescadores profesionales con amplia experiencia proporcionaron los datos y las preguntas de verificación cruzada relacionadas con especies, cantidades de captura, temporadas y áreas de pesca que facilitaron la evaluación de la consistencia en las respuestas. Además, la información obtenida se verificó a través de informantes clave que incluía pescadores, administradores y académicos.

Los resultados de este estudio son relevantes para el diseño de una gestión sostenible, integrada, eficiente y específica en el contexto de multipesquerías en una misma región e inclusive podrían incorporarse como herramienta en la ordenación del espacio y manejo de áreas marinas protegidas (Salas and Gaertner, 2004; Hilborn *et al.*, 2005; Salas *et al.*, 2007; Daw, 2008; Battaglia *et al.*, 2010; Moreno-Báez *et al.*, 2010, 2012).

Además de las encuestas, la incorporación de información de los avisos de arribo fue fundamental en el análisis de interacciones; por una parte, complementó y validó la caracterización de las UO obtenidas desde las encuestas y por otra, permitió identificar nuevas UO que operaron en la región en el periodo analizado, definir sus temporadas, construir indicadores y analizar sus tendencias de producción, jerarquizar su importancia relativa, validar zonas de pesca y estimar su importancia así como su interacción con el ambiente. Aunque se reconoce que los avisos de arribo son deficientes en la sistematización de la información y el registro del esfuerzo de pesca asociado a la captura que se registra (Ramírez-Rodríguez, 2011; Díaz-Uribe *et al.*, 2013). Se considera su aporte en la construcción de indicadores de desempeño y análisis de sus tendencias basado en montos de captura, su valor económico y frecuencia de registro, con amplia cobertura en tiempo como en espacio (Ramírez-Rodríguez & Hernández-Herrera, 2000; Ramírez-Rodríguez, 2011; Ojeda-Ruiz, 2012; Arce-Acosta, 2015).

Del mismo modo que en otras regiones pesqueras, la heterogeneidad de la pesca en la región de San Ignacio se relaciona con la diversidad de especies objetivo, artes de pesca, zonas de pesca y temporadas (Rijnsdorp *et al.*, 2000; Salas & Gaertner, 2004; Tzanatos *et al.*, 2006; Ramírez-Rodríguez, 2011; Barnes-Mauthe *et al.*, 2013). Esta heterogeneidad ofrece a los pescadores alternativas rentables, seguras y cómodas en función de la disponibilidad de los recursos, el precio de los productos y las regulaciones de pesca. Sin embargo, la posibilidad de trabajar en una u otra UO, es decir, la capacidad de adaptación de los pescadores (Cabrera & Defeo, 2001; Tzanatos *et al.*, 2006; Forcada *et al.*, 2010), depende de si el pescador tiene el permiso de pesca necesario y ha diseñado una estrategia en función de la abundancia y disponibilidad de los recursos, los costos y la distancia al puerto base, de cualquier modo, la combinación proporciona a los pescadores alternativas de trabajo y posibles ciclos de producción.

Los ciclos de producción de las UO en la región de San Ignacio, como en otras (Accadia y Franquesa, 2006; Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruiz, 2012, Arce-Acosta *et al.*, 2018), están relacionados con procesos de rotación estacional, que se ajustan dependiendo del éxito de pesca según la temporada, el cumplimiento de los cierres

temporales, la interacción entre unidades y las estrategias de pesca que definen las unidades económicas. De este modo, las proporciones de participación se ajustan en función de los cierres temporales en langosta, abulón, jaiba, caracol, pulpo y tiburones, la abundancia y el precio del callo de hacha, la abundancia del verdillo (a pesar de su bajo precio), la disponibilidad de peces accesibles mediante redes de fondo y de superficie durante el verano y las determinaciones de cuota en almeja chocolata, almeja pata de mula y almeja pismo, durante temporadas cortas. Los ciclos de producción son un aspecto que debe considerarse en la administración pesquera de la región de San Ignacio, donde la gestión de los recursos es controlada principalmente por el establecimiento de vedas temporales y la adopción de una medida generalizada a nivel nacional podría producir cambios en la distribución del esfuerzo de pesca y generar interacciones que afecten el desempeño de la pesca (Tzanatos *et al.*, 2006).

La heterogeneidad espacial también es un componente importante que debe incorporarse en la ordenación y gestión de los recursos pesqueros, ya que resalta las áreas donde múltiples actividades están ocurriendo (Cochrane & Garcia, 2009; Berkes *et al.*, 2001). En este trabajo, la definición de zonas de pesca permitió el reconocimiento de diferencias espacio-temporales en la explotación de recursos y la generación de indicadores que permiten evaluar los efectos de interacción entre pesquerías en escalas geográficas apropiadas (Moreno-Báez *et al.*, 2012; Ojeda-Ruiz & Ramírez -Rodríguez, 2014; Ojeda-Ruiz *et al.*, 2015). La distancia de las áreas de captura desde los puertos base es importante. Por ejemplo, las UO de buceo-callos, abulón, langosta, almeja chocolata y trampa-jaiba operan principalmente cerca de los puertos, en tanto que las trampas para verdillo y las redes de fondo y superficie para peces pueden operar mucho más lejos de los puertos. Inclusive, existen zonas exclusivas para la operación de la trampa-langosta y buceo-abulón, en donde únicamente quienes tienen concesiones pueden operar. Los pescadores deben tener preferencia por las unidades organizativas en las que participan, las estaciones y los costos de operación en cada zona.

De acuerdo con Tzanatos *et al.*, (2006), la información puede utilizarse para comprender la demanda local y regional de los recursos y la intensidad de interacción

por el uso de zonas de pesca. En algunas zonas, el número de UO que están activas simultáneamente es bajo y, por lo tanto, cualquier interacción posterior sería baja.

En contraste, en otras zonas, un mayor número de UO activas simultáneamente da como resultado interacciones más altas. Según Rijinsdorp *et al.*, (2000), las interacciones competitivas pueden ocasionar cambios en el desempeño de las UO cuando las embarcaciones compiten por el espacio. En este sentido la experiencia del capitán en elegir las áreas que ofrecen los mayores beneficios y la posibilidad de hacerlo también han marcado los cambios (Poos & Rijinsdorp, 2007; Rijinsdorp *et al.*, 2008). En la región de San Ignacio, cuando inicia la temporada de langosta la interacción en las zonas donde se captura esta especie puede disminuir, debido a que los pescadores en el caso de langosta no permiten la operación de redes durante la temporada limitando la operación de las redes para escama hacia zonas de pesca lejos de la costa en donde el desempeño dependerá de quien llegue primero a las áreas de pesca que quedan disponibles y los costos de operación.

El desafío para la ordenación pesquera regional, que se esfuerza por la sostenibilidad ecológica, social y económica, es considerar los posibles efectos que la implementación de la regulación en una UO específica podría tener en las otras UO con las que interactúa. Por ejemplo, el efecto de aprobar un área marina protegida en zonas donde diferentes UO están activas dentro de una región, podría influir en nivel de esfuerzo de pesca de una especie objetivo en particular. De acuerdo con Abraham & Healey (1990), no considerar la respuesta de las flotas pesqueras a las medidas de gestión, puede conducir a cambios imprevistos en el patrón de explotación de las especies, reduciendo la efectividad de la administración de recursos e implicaciones inesperadas para su uso sostenible.

Las medidas de ordenación deben apegarse, entre otras cosas, a que se evite el exceso de capacidad de pesca y se asegure que la explotación de las poblaciones continúe siendo económicamente viable. Para esto, el organismo de administración pudiera controlar el esfuerzo de pesca estableciendo zonas o temporadas de veda de forma que el esfuerzo no exceda los niveles sostenibles del recurso, considerando el rendimiento económico de la flota y no resulten en simplemente transferir el esfuerzo de pesca a otras zonas más allá de lo deseable (Cochrane, 2005).

La gestión pesquera deberá considerar que los límites de las regiones están dados por el conjunto de estrategias de trabajo de cada flota y dependen de sus capacidades tecnológicas (movilidad y selectividad), de los mercados y de las expectativas económicas de los pescadores. Por consecuencia, la visión del Estado por conservar los recursos y a su vez generar alimentos y oportunidades de empleo, debiesen quedar establecidos en los objetivos de las pesquerías regionales y considerar los requisitos de la flota en términos de disponibilidad de recursos y zonas de pesca en una determinada región (Ojeda-Ruiz, 2012; Pope, 2009).

La identificación de los patrones espaciales de operación de las UO, abre la posibilidad de abordar el tema de la gestión de los recursos en la región de forma más específica, al considerar el espacio que ocupan las UO asociados a artes de pesca y especies objetivo (Monroy *et al.*, 2010, Salas *et al.*, 2008; Daw, 2008). En otras palabras, las UO pueden definirse como unidades de administración explícitas, como sería el caso de las dirigidas a la captura de callo de hacha, almeja chocolate o verdillo.

Por otra parte, establecer un orden de importancia en pesquerías que operan en una región determinada, es necesario al momento de establecer prioridades de desarrollo en términos productivos, sociales y económicos (Ojeda-Ruiz & Ramirez-Rodriguez, 2012). En la región de San Ignacio, las tendencias de peso, frecuencia de pesca y valor desembarcado por cada unidad operacional reflejan el desempeño de la pesca en la región a mediano y largo plazo, y fueron de utilidad para dar cuenta de interacciones temporales. En este sentido, por su intensidad de uso y volúmenes de captura, las que mayor atención requieren serían el verdillo y los peces de escama quienes han presentado un crecimiento acelerado en sus capturas, quizás sea necesario un análisis más detallado sobre estos indicadores e incluirlos en la evaluación de la gestión y el seguimiento de la actividad, así como en la elaboración de políticas y programas encaminados al manejo sustentable de estos recursos (OECD, 1993; FAO, 2000).

En cuanto a las ganancias económicas, todas las UO y los productos pesqueros que se comercializan son esenciales para la sostenibilidad de las cooperativas pesqueras y las empresas privadas ubicadas en la región. Los resultados del presente estudio, en la región de San Ignacio, indican la necesidad de planes de manejo regional

para considerar el desempeño de cada unidad operativa y los posibles efectos de sus interacciones en sus actividades y, por lo tanto, en la pesca regional. A corto plazo, las medidas de gestión aplicadas en las pesquerías regionales deberían considerar la dinámica y la interacción de las unidades operativas, para lo cual es necesario definir los indicadores, leyes y controles de gestión relacionados con la interacción entre las pesquerías (Vinther *et al.*, 2004; Hilborn, 2011; Gascuel *et al.*, 2012). Siguiendo a Salas y Gaertner (2004), la sostenibilidad no se puede lograr con regulaciones basadas solo en datos de recursos naturales.

Desde la perspectiva de la gestión, al reconocer las unidades operativas, es posible aclarar cuáles están asociadas con sus características *métier*, es decir, una especie: un arte de pesca (trampa-langosta, trampa-jaiba, buceo-callo). Mientras que, para otros, las reglas no están tan bien definidas ya que sus características de unidad operativa están asociadas con el nivel de pesca, es decir, varias especies, varios modelos de un tipo de artes de pesca. En México, los pescadores requieren una licencia para peces de escama, con la cual pueden usar diferentes redes o trampas para su captura.

Los resultados muestran que reconocer las diferencias entre las UO de peces-redes de superficie y la trampa-verdillo permitiría la implementación de un conjunto particular de reglas en cada caso, basadas en la selectividad de los artes de pesca, para diferentes grupos de especies (composición de captura de especies) en el tiempo y el espacio. Sin embargo, es necesario un análisis porque, por un lado, mejoraría la gestión de la pesca, pero por otro, restringirá la capacidad de adaptación de los pescadores. De cualquier modo, reconocer las interacciones entre las UO facilita la comprensión de las estrategias utilizadas por los pescadores para lograr sus objetivos económicos y sociales (Ojeda-Ruiz & Ramírez-Rodríguez, 2014). Para el administrador, mejoraría la comprensión de cómo controlar el esfuerzo pesquero total (en tiempo y espacio) y, simultáneamente, promover nuevas actividades económicas o reforzar acuerdos entre los pescadores y las comunidades de acuerdo con las características de la región.

En cuanto al ambiente, la variabilidad de la TSM se reconoce como un factor importante que influye en la distribución y abundancia de los recursos marinos y

genera interacciones con pesquerías en los sistemas costeros (Lluch-Cota *et al.*, 2013). En este sentido, la ocurrencia de eventos climáticos como El Niño pueden generar cambios en el desempeño de la pesca en una región, debido a que afectan la disponibilidad de los recursos pesqueros (Lluch-Cota *et al.*, 2004). En este estudio, hay evidencia que la alternancia entre periodos ambientales cálidos y fríos, pueden regir cambios en los patrones de operación de la flota y generar cambios en el desempeño de la pesca. En los años anómalamente cálidos, los pescadores tienden a diversificar sus operaciones de pesca debido a que especies objetivo como la langosta, abulón, y diversas especies de peces, son afectadas negativamente por eventos anómalamente cálidos. En respuesta, para equilibrar el desempeño de la pesca, los pescadores diversifican la operación de la flota hacia recursos menos abundantes pero que demandan menor riesgo y menores costos de operación. Por el contrario, en periodos fríos, la disponibilidad de recursos de gran valor económico y abundancia de peces de escama hace menos cambiante la operación de la flota pues en su mayoría los pescadores concentran su esfuerzo en estos recursos.

La composición de la captura, indica la forma en la que opera la flota y es el resultado de la contribución que cada UO aporta como resultado de sus operaciones. Los cambios en la composición de la captura reflejan un proceso de ajuste en la operación de la flota, que se rige por las preferencias de los pescadores que desvían la presión de pesca hacia otras especies objetivo dependiendo de las condiciones del ambiente y la disponibilidad de los recursos. Estos cambios pueden quedar ocultos por las altas contribuciones que algunas especies objetivo aportan a la captura total. Estas capacidades de ajuste muestran la elasticidad que la pesca en la región de San Ignacio tiene ante cambios ambientales (Finkbeiner, 2015).

Es cierto que la demanda proveniente de mercados regionales, nacionales o internacionales puede influir en el comportamiento de los pescadores y detonar en las pesquerías un desarrollo acelerado, que se refleja en los incrementos de la intensidad de viajes y montos de capturas, en un período de unos pocos años (Berkes *et al.*, 2006; Scales *et al.*, 2005). Desafortunadamente, el análisis de la interacción entre multipesquerías en una misma región hecho a partir de datos asociados a la operación de la flota limita analizar la influencia de los mercados debido a que su alcance es al nivel de la playa. Aunque en este trabajo, no se evaluaron aspectos referentes a los

mercados, cuando se cuestionó a los pescadores sobre la preferencia de captura, la mayoría dijo inclinarse por recursos abundantes y de valor para el mercado. En cambio, al cuestionarlos respecto a qué estrategia seguían cuando el valor de compra disminuía, gran parte manifestó que si el viaje de pesca no cubría los costos de la operación preferían cambiar de especie objetivo. De acuerdo con Finkbeiner (2015), los períodos caracterizados por temperaturas oceanográficas más frías y la estabilidad del mercado correspondieron a un aumento de la especialización entre las cooperativas. Por el contrario, las temperaturas oceanográficas más cálidas y la mayor volatilidad del mercado, indicativas de una mayor incertidumbre y variabilidad del sistema, producen una mayor diversificación cooperativa, lo que nuevamente demuestra que la diversificación es una estrategia de aversión al riesgo.

En todo caso, la administración de los recursos enfrenta el problema de orientar las políticas y acciones relacionadas a mitigar las repercusiones climáticas a corto plazo, para asegurar la sustentabilidad de los recursos. Esto demanda contar con indicadores de interacción para evaluar los cambios en sistemas complejos como la pesca que involucran aspectos sociales, económicos y ecológicos que se modifican y adaptan.

8. CONCLUSIÓN

La definición y caracterización de UO realizada para el estudio de las interacciones en pesquerías de pequeña escala fue posible al incorporar el conocimiento de los pescadores como insumo de información y datos. Los pescadores proporcionaron información valiosa para analizar los ciclos de producción de la pesca en la región de San Ignacio y entender el proceso de interacción.

Las definiciones de zonas de pesca permitieron el reconocimiento de diferencias espacio-temporales en la explotación de recursos y la generación de indicadores que permitieron evaluar los efectos de interacción entre pesquerías en escalas geográficas apropiadas. La información espacial generada puede incorporarse como referencia para la ordenación y administración de los recursos de la región, al identificar los modos de operación de la flota.

El análisis de las tendencias de los indicadores de desempeño de la flota, permitieron entender los cambios en la importancia de los recursos y el efecto que la interacción entre UO tiene en el desempeño de la pesca a nivel regional. Los resultados son relevantes para la ordenación de la región y el esquema de manejo al momento de establecer objetivos de desarrollo para la región o estrategias de conservación de los recursos pesqueros, ya que permiten establecer un orden de prioridad considerando su desempeño en tiempo y espacio.

Los ciclos de producción de las UO en la región de San Ignacio están relacionados con procesos de rotación estacional, que se ajustan dependiendo del éxito de pesca según la temporada, el cumplimiento de los cierres temporales, la interacción entre unidades y las estrategias de pesca que definen las unidades económicas. Los ciclos de producción son un aspecto que debe considerarse en la administración pesquera de la región de San Ignacio, donde la gestión de los recursos es controlada principalmente por el establecimiento de vedas temporales y la adopción de una medida generalizada a nivel nacional podría producir cambios en la distribución del esfuerzo de pesca y generar interacciones que afecten el desempeño de la pesca.

Los acuerdos de pesca establecidos en la región de San Ignacio, que se derivan del conocimiento espacial y temporal de los pescadores de los procesos técnicos,

contribuyen a la comprensión de cómo se desarrollan las actividades de las unidades operativas en los ciclos de producción que apoyan el desempeño de las unidades económicas. Este enfoque podría ser útil para la pesca en pequeña escala en cualquier región y permite una mayor discusión sobre los objetivos de las unidades operativas en una región determinada y la consideración sobre acciones de manejo y estudios potenciales que contribuyan a la anticipación de conflictos derivados de cambios en los patrones de operación como resultado de la sobrepesca, cambios del medio ambiente o medidas de manejo implementadas para una unidad operativa sin considerar sus efectos en otras.

Los resultados del presente estudio indican la necesidad de planes de manejo regional para considerar el desempeño de cada unidad operativa y los posibles efectos de sus interacciones en sus actividades y, por lo tanto, en la pesca regional. A corto plazo, las medidas de gestión aplicadas en las pesquerías regionales deberían considerar la dinámica y la interacción de las unidades operativas, para lo cual es necesario definir los indicadores, leyes y controles de gestión relacionados con la interacción entre las pesquerías.

Como lo indican Salas y Gaertner (2004) y Monroy *et al.*, (2010), los esquemas de gestión tradicionales no deben pasar por alto el comportamiento de los pescadores, que son una parte integral del sistema. De particular interés es el estudio de las interacciones entre las unidades operativas y las posibilidades de manejo, incluido el uso de diferentes zonas de pesca, el comportamiento competitivo de los pescadores y su capacidad de adaptarse a los cambios en el sistema.

9. LITERATURA CITADA

- Accadia, P. & Franquesa, R. 2006. The operational units approach for fisheries management in the Mediterranean Sea. Studies and Reviews, General Fisheries Commission for the Mediterranean 80, FAO, Rome, 36 pp.
- Amezcuca-Castro, S., M. Ramírez-Rodríguez, S.P. Medina-Gómez & J.L. Gutiérrez-González. 2015. Tendencias de producción de almeja chocolata megapitaria squalida en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur, México. Ciencia pesquera 23(2): 3-10.
- Arce-Acosta, M. 2015. Interacciones Entre Pesquerías Ribereñas en el Corredor Santa Rosalía-Mulegé, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. México. 98 p.
- Arce-Acosta, M., Ramírez-Rodríguez, M. & De la Cruz-Agüero, G. 2018. Small-scale fisheries operative units in the west-central region of the Gulf of California, Mexico. Ocean & Coastal Management, 160: 58-63.
- Arreguín-Sánchez, F. & Arcos-Huitron, E. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. Hidrobiológica, 21: 431-462.
- Barjau-González E., Galván-Magaña, F., Abitia-Cárdenas, L.A., Moreno-Sanchez, X.G. & Rodríguez-Romero, J. 2014. Zoogeographic analysis of the fish fauna associated with soft bottoms during El Niño-La Niña (98-99) in San Ignacio Lagoon, Baja California Sur, Mexico. Journal of Biodiversity, Bioprospecting and Development, 1: 123 pp.
- Barnes-Mauthe, M., Olesona, K.L.L. & Zafindrasilivononac, B. 2013. The total economic value of small-scale fisheries with a characterization of post-landing trends: an application in Madagascar with global relevance. Fisheries Research, 147: 175-185.
- Battaglia, P., Romeo, T., Consoli, P., Scotti, G. & Andaloro, F. 2010. Characterization of the artisanal fishery and its socio-economic aspects in the central Mediterranean Sea (Aeolian Islands, Italy). Fisheries Research, 102: 87-97.
- Berkes, F., Mahon, R., McConney, P., Pollnac, R. & Pomeroy, R. 2001. Managing small-scale fisheries: alternative directions and methods. International Development Research Centre, Ottawa.

- Branch, T.A., Hilborn, R., Haynie, A.C., Fay, G., Flynn, L., Griffiths, J., Marshall, K.N., Randall, J.K., Scheuerell, J.M., Ward, E.J. & Young, M. 2006. Fleet dynamics and fishermen behavior: lessons for fisheries managers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63: 1647-1668.
- Cabrera, J.L. & Defeo, O. 2001. Daily bioeconomic analysis in a multispecific artisanal fishery in Yucatan, México. *Aquatic Living Resources*, 14: 19-28.
- Cochrane, K. L. & García, S. M. 2009. A fishery manager's guidebook. Management measures and their application. FAO Fisheries Technical Paper No. 424. Rome. FAO. 544 p.
- Close, C.H. & Hall, G. 2006. A GIS-based protocol for the collection and use of local knowledge in fisheries management planning. *Journal of Environmental Management*, 78: 341-352.
- Crespo Guerrero, J.M. & A. Jiménez Pelcastre. 2016. Organización del sector pesquero comercial ribereño en la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (México). *Revista Geográfica Venezolana*, 57, 2: 1-29.
- Chatfield, C., Xing, H., 2019. *The Analysis of Time Series: An introduction with R*, Seventh ed. CRC Press.
- Daw, T. 2008. Spatial distribution of effort by artisanal fishers: Exploring economic factors affecting the lobster fisheries of Corn Islands, Nicaragua. *Fish. Res.* 90:17-25.
- Díaz-Uribe, J.G., Valdez-Ornelas, V.M., Danemann, G., Torreblanca-Ramírez, E., Castillo-López, A., & M. A. Cisneros-Mata. 2013. Regionalización de la pesca ribereña en el noroeste de México como base práctica para su manejo. *Ciencia Pesquera* 21(1): 41-54.
- Durazo, R. & Baumgartner, T. R. 2000. Evolution of oceanographic condition off Baja California: 1997-1999. *Progress in Oceanography* 54: 7-31.
- Durazo, R., Castro, R., Miranda, L. E., Delgadillo-Hinojosa, F. & Mejía-Trejo, A. 2017. Anomalous hydrographic conditions off the northwestern coast of the Baja California Peninsula during 2013-2016. *Ciencias Marinas*. 43 (2): 81-92.
- Espinoza-Romero, M.J., Cisneros-Mata, M.A., McDaniels, T. & Torre, T. 2014. Aplicación del enfoque ecosistémico al manejo de pesquerías artesanales. Caso de estudio: Puerto Libertad, Sonora. *Ciencia Pesquera*, 22: 65-77.

- Food and Agriculture Organization (FAO). 2014. The State of World Fisheries and Aquaculture. Opportunities and Challenges. Rome. 243 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2000. Indicadores para el desarrollo sostenible de la pesca de captura marina. Orientaciones Técnicas para la Pesca Responsable. N°. 8. Roma, 92 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2005. Increasing the contribution of small-scale fisheries to poverty alleviation and food security. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, 10: 79 pp.
- Finkbeiner, E.M. 2015. The role of diversification in dynamic small-scale fisheries: Lessons from Baja California Sur, Mexico. *Global Environmental Change* 32: 139-152.
- Forcada, A., Valle, C., Sánchez-Lisazo, J.L., Bayle-Sempere, J.T. & Corsi, F. 2010. Structure and spatio-temporal dynamics of artisanal fisheries around a Mediterranean marine protected area. *ICES Journal of Marine Science*, 67: 191-203.
- Funes-Rodríguez, R., Gómez-Gutiérrez, J. & Palomares-García, R. 2007. Estudios ecológicos en bahía Magdalena. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México, 320 pp.
- Gascuel, D., Merino, G., Doring, R., Druon, J.N., Goti, L., Guénette, S., Macher, C., Soma, K., Travers-Trolet, M. & Machinkson, S. 2012. Towards the implementation of an integrated ecosystem fleet-based management of European fisheries. *Marine Policy*, 36: 1022-1032.
- Hall, G. B. & C. H. Close. 2007. Local knowledge assessment for a small-scale fishery using geographic information systems. *Fisheries Research*. 83(1). 11-22.
- Hilborn, R. 1985. Fleet dynamics and individual variation: why some people catch more fish than others. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42(1), 2-13.
- Hilborn, R. 2007. Managing fisheries is managing people: what has been learned? *Fish and Fisheries*, 8(4), 285-296.
- Hilborn, R. 2011. Future directions in ecosystem-based management: a personal perspective. *Fisheries Research*, 108: 234-239.

- International Commission for the Exploration of the Sea (ICES). 2003. Report of the study group on development of fishery-based forecast. ICES CM 2003/ACFM: 08.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2010. Indicadores socioeconómicos, índice y grado de marginación por localidad. Baja California Sur. [<http://www.beta.inegi.org.mx/app/indicadores/#>]. Reviewed: June 1, 2018.
- Katsanevakis, S., Maravelias, C. D., Vassilopoulou, V. and Haralabous, J. 2010. Boat seines in Greece: Landings profiles and identification of potential métiers. *Scie. Mar.* 74 (1): 65-76 p.
- León-Carballo, G. & Muciño-Díaz, M. 1996. La pesquería de abulón. In: Casas-Valdez, M. & Ponce-Díaz, G. (Eds.). Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Volumen I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Baja California Sur, pp. 15-42.
- López-Rocha J. A., Ceballos-Vázquez B. P., García-Domínguez F. A., Arellano-Martínez M., Villalejo-Fuerte M. & Romo-Piñera A. K. 2010. La pesquería de la almeja chocolate *Megapitaria squalida* (Bivalvia: Veneridae) en Baja California Sur, México. *Hidrobiológica* 20(3): 230-237.
- Lluch-Belda, D. 2000. Centros de actividad biológica en la costa occidental de Baja California. In: Lluch-Belda, D., Elorduy-Garay, J., Lluch-Cota, S.E. & Ponce-Díaz, G. (Eds.). Centros de actividad biológica del Pacífico mexicano. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Baja California Sur, pp. 49-64.
- Lluch-Cota, D., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, S., López-Martínez, J., Nevárez-Martínez, M., Ponce-Díaz, G., Morales, J. 2004. Las pesquerías y El Niño. Capítulo 5. En: Magaña-Rueda, V. (Ed.), Los impactos del niño en México. Centro de Ciencias de la Atmósfera, Universidad Nacional Autónoma de México, Secretaría de Gobernación. México Climático: Una visión desde México. INESEMARNAT, México. 1337-180.
- Lluch-Cota, S.E., Tripp-Valdez, M., Lluch-Cota, D. B., Lluch-Belda, D., Verbesslet, J., Herrera-Cervantes, H. & Bautista-Romero, J. J. 2013. Recent trends in sea Surface temperatura off Mexico. *Atmósfera* 26 (4): 537-546.

- Lynn, R. J., & Simpson, J. J. (1987). The California current system: the seasonal variability of physical characteristics. *Journal of Geophysical Research*, 92, 12947–12966.
- Marchal, P. 2008. A comparative analysis of métiers and catch profiles for some French demersal and pelagic fleets. *ICES Journal of Marine Science*, 65: 674-686.
- Marchal, P., De Oliveira, J.A.A., Lorance, P., Baulier, L., & Pawlowski, L. 2013. What is the added value of including fleet dynamics processes in fisheries models? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70: 992-1010.
- Massó-Rojas, J.A. & Fajardo, L. 1996. Pesquería de almeja pismo. In: Casas-Valdez, M. & Ponce-Díaz, G. (Eds.). *Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. Volumen I. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Baja California Sur*, pp. 7-85
- Mendoza-Portillo, F. J., Ramirez-Rodriguez, M. & Vargas-López, V. 2020. Interactions of small-scale fisheries in Mexico's northwest Pacific. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 48 (1): 94-105.
- Mesnil, B. & Sheperd, J.G. 1990. A hybrid age-and length model for assessing regulatory measures in multiple-species, multi-fleet fisheries. *Jour. of Cons. Int. Explor. Mer.* 47: 115-132.
- McCune, B., Grace, J. & Urban, D. 2002. *Analysis of ecological communities. MjM Software Design, Oregon.*
- Monroy, C., Salas, S. & Bello-Pineda, J. 2010. Dynamics of fishing gear and spatial allocation of fishing effort in a multispecies fleet. *North American Journal of Fisheries Management*, 30: 1187-1202.
- Moreno-Báez, M., Orr, B.J., Cudney-Bueno, R. & Shaw, W.E. 2010. Using fishers' local knowledge to aid management at regional scales: spatial distribution of small-scale fisheries in the northern Gulf of California, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 86: 339-353.
- Moreno-Báez, M., Cudney-Bueno, R., Barron, J.O., Shaw, W.W., Pfister, T., Torre-Cosio, J., Loaiza, R. & Rojo, M. 2012. Integrating the spatial and temporal dimensions of fishing activities for management in the northern Gulf of California, Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 55: 111-127.

- Neis, B., Schneider, D.C., Felt, L., Haedrich, R.L., Fisher, J. & Hutchins, J.A. 1999. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56: 1949-1963.
- Ojeda-Ruiz, M.A., Ramírez-Rodríguez, M. & De la Cruz-Agüero, G. 2015. Mapping fishing grounds from fleet operation records and local knowledge: The Pacific calico scallop (*Argopecten ventricosus*) fishery in Bahía Magdalena, Mexican Pacific. *Ocean & Coastal Management*, 106: 61-67.
- Ojeda-Ruiz, M.A. & Ramírez-Rodríguez, M. 2014. Interactions among shrimp and “catarina” clam fisheries at Magdalena Bay, Baja California Sur Mexico. *Ocean & Coastal Management*, 88: 31-37.
- Ojeda-Ruiz, M.A. & Ramírez-Rodríguez, M. 2012. Interacciones de pesquerías ribereñas en Bahía Magdalena-Almejas, Baja California Sur. *Región y sociedad*. 53: 16 p.
- Ojeda-Ruiz, M.A. 2012. Interacciones entre pesquerías ribereñas en bahía Magdalena-Almejas, B.C.S., México. Tesis de Doctorado. CICIMAR-IPN. México. 123 pp.
- Organisation for Economic Cooperation and Development, 1993. OECD core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the group on the state of the environment. *Environment Monographs No. 83 OECD/GD (93)179*: 39 p.
- Pelletier, D. & Ferraris, J. 2000. A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57: 51-65.
- Pianka R. 1973. The Structure of Lizard Communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4:53-74.
- Poos, J. J., & Rijnsdorp, A. D. 2007. An “experiment” on effort allocation of fishing vessels: the role of interference competition and area specialization. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 64: 304–313.
- Pope, J. G. 2009. Input and Output Controls: The practice of fishing effort and catch management in responsible fisheries. In Cochrane. K. L. (ed). 2009. *A fishery manager’s guidebook. Management measures and their application*. FAO Fisheries Technical Paper No. 424.Rome.FAO.231 p.

- Quantum GIS Development Team. 2014. Quantum GIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. [<http://qgis.osgeo.org>]. Reviewed: April 30, 2018.
- R Core Team. 2020. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. [<http://www.R-project.org/>]. Reviewed: May 30, 2020.
- Roden, G. I. 1971. Aspects of the transition zone in the Northeastern Pacific. *Journal of Geophysical Research*, 76, 3462–3475.
- Rodionov, S. 2004. A sequential algorithm for testing climate regime shifts. *Geophysical Research Letters*, 31: L09204.
- Ramírez-Rodríguez, M. & A. Hernández-Herrera. 2000. Pesca artesanal en la costa oriental de Baja California Sur, México (1996-1997). 18-29. En: Aburto70 Oropeza, O. y C Sánchez Ortiz. 2000. Recursos arrecifales del Golfo de California. UABCS. México.
- Ramírez-Rodríguez, M. 2009. Pesquerías de pequeña escala en el noroeste de México. In: Urciaga-García, J., Beltrán-Morales, L.F. & Lluch-Belda, D. (Eds.). Recursos marinos y servicios ambientales en el desarrollo regional. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., Baja California Sur, pp. 157-176.
- Ramírez-Rodríguez, M. 2011. Data collection on the small-scale fisheries of México. *ICES Journal of Marine Science*, 68, 1611-1614.
- Ramírez-Rodríguez, M. 2015. Relating scientific names to common names for important fisheries species of the Mexican Pacific. *Fisheries*, 40: 69-71.
- Ramírez-Rodríguez, M. & Ojeda-Ruíz, M.A. 2012. Spatial management of small-scale fisheries on the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Marine Policy*, 36: 108-112.
- Ramírez-Rodríguez, M., López-Ferreira, C. & Hernández-Herrera, A. 2006. Atlas de localidades pesqueras en México, 2: Baja California Sur. IPN-SAGARPA-CONAPESCA, Baja California Sur, 124 pp.
- Ramírez-Rodríguez, M., De la Cruz-Agüero, G., Marín-Monroy, E.A., Ojeda-Ruiz de la Peña, M.A. & Ponce-Díaz, G. 2010. Estudio sobre la caracterización socioeconómica y pesquera del área del Golfo de Ulloa, Baja California Sur. CICIMAR-IPN, Baja California Sur, 66 pp.

- Reeves & Ulrich. 2007. Briding the Gap: fleets, fisheries and the ecosystem approach. ICES CM 2007/R: 02
- Rijnsdorp, A. D., Poos, J. J., Quirijns, F. J., HilleRisLambers, R., De Wilde, J. W., and Den Heijer, W. M. 2008. The arms race between fishers. *Journal of Sea Research*, 60: 126–138.
- Rijnsdorp, A., Dol, W., Hoyer, M. & Pastoors, M.A. 2000. Effects of fishing power and competitive interactions among vessels on the effort allocation on the trip level of the Dutch beam trawl fleet. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 927-937.
- Salas, S., Cabrera, M.A., Palomo, L. & Torres-Irineo, E. 2008. Uso de Indicadores para Evaluar Medidas de Regulación en la Pesquería de Pulpo en Yucatan dada la Interacción de Flotas. *GCFI-61st*. 111-121.
- Salas, S., Rashid U. & T. Pitcher. 2004. Short-term decisions of small-scale fishers selecting alternative target species: a choice model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 61: 374–383.
- Salas, S. & Gaertner, D. 2004. The behavioral dynamics of fishers: management implications. *Fish & Fisheries Series*, 5:153-167.
- Salas, S., Chuenpagdee, R., Seijo, J.C. & Charles, A. 2007. Challenges in the assessment and management of small-scale fisheries in Latin America and the Caribbean. *Fisheries Research*, 87: 5-16.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2017. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*, 11/06/2018.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2007. Norma oficial mexicana NOM-029-PESC-2006, Pesca responsable de tiburones y rayas. Especificaciones para su aprovechamiento. *Diario Oficial de la Federación*, 14/02/2007.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Acuerdo por el que se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de la Federación*, 24/08/2012.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2013. Norma oficial mexicana NOM-002-SAG/PESC-2013, Para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de

- jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación, 11/07/2013.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Norma oficial mexicana NOM-006-SAG/PESC-2016, para regular el aprovechamiento de todas las especies de langosta en las aguas de jurisdicción federal del Golfo de México y Mar Caribe, así como del Océano Pacífico incluyendo el Golfo de California. Diario Oficial de la Federación, 07/08/2016.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-039-PESC-2003, Pesca responsable de jaiba en aguas de jurisdicción federal del litoral del Océano Pacífico. Especificaciones para su aprovechamiento. Diario Oficial de la Federación, México, pp. 7e15, 26 de julio de 2006.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación, 30/12/2010.
- Seijo, J.C., Defeo, O. & S. Salas. 1997. Bioeconomía pesquera. Teoría, modelación y manejo. FAO Documento Técnico de Pesca. No. 368. Roma, FAO. 176 pp.
- Tzanatos, E., Somarakis, S., Tserpes, G. & Koutsikopoulos, C. 2006. Identifying and classifying small-scale fisheries métiers in the Mediterranean: a case study in the Patraikos Gulf, Greece. *Fisheries Research*, 81: 158-168.
- Ulrich, C., Gascuel, D., Dunn, M., Le Gallic, B. & Dintheer, C. 2001. Estimation of technical interactions due to the competition for resources in a mixed-species fishery, and the typology of fleets and métiers in the English Channel. *Aquatic Living Resources*, 14: 267-281.
- Ulrich, C., and Andersen, B. S. 2004. Dynamics of fisheries, and the flexibility of vessel activity in Denmark between 1989 and 2001. *ICES Journal of Marine Science*, 61: 308-322.

- Vázquez-Robles, L. M. 2018. Patrones de Operación de la Pesca Ribereña del Corredor San Cosme a Punta Coyote, B.C.S., Méxicio. Tesis Maestria. CICIMAR-IPN. México. 77p.
- Vinther, M., Reeves, S.A. & Patterson, K.R. 2004. From single-species advice to mixed-species management: taking the next step. ICES Journal of Marine Science, 61: 1398-1409.
- Winant, C. D. & G. Gutierrez de Velasco. 2003. Tidal dynamics and residual circulation in a well-mixed inverse estuary. Ame. Meteo. Soc. July: 1365-1379.

10. LISTA DE APENDICES

1	Encuesta aplicada a productores	71
2	Información básica de los pescadores encuestados en la región de San Ignacio, BCS, México. A) Modo de organización; B) Estado de origen; C) Experiencia en la pesca y D) Actividad principal.	77
3	Pesquerías más importantes de la región de San Ignacio; A) primera en importancia, B) segunda en importancia, C) tercera en importancia.	78
4	Criterios que definen la importancia de una pesquería.	79

Apéndice 1. Encuesta aplicada a productores



ENCUESTA PARA PESCADORES

Lugar de la entrevista _____ fecha _____ No. Encuesta _____

Nombre del encuestador _____

I.- DATOS DE IDENTIFICACIÓN

Nombre: _____ Edad _____ Ultimo grado de estudios _____
Tel: _____

¿Dónde nació? _____ ¿Años viviendo en San Ignacio? _____ Años pescando _____

¿Cuántos años tiene pescando en la región de San Ignacio?

Menos de 1 año () de 1 a 5 () de 6 a 10 () de 11 a 15 () de 16 a 20 ()

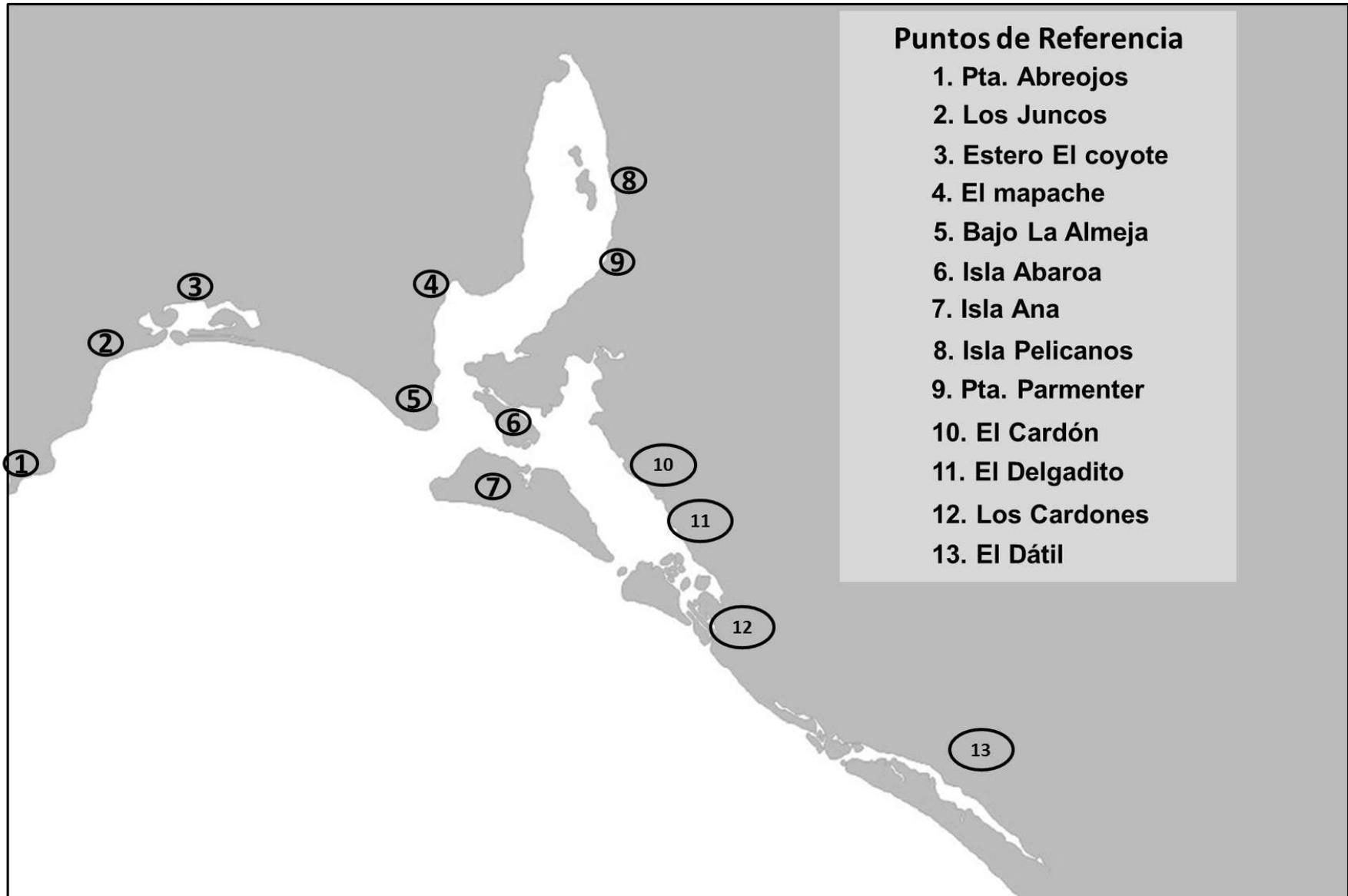
¿Además de la pesca, trabaja en otra actividad? () si () no ¿Cuál? _____ En qué meses _____

Con quien trabaja usted: Permisionario () Cooperativa () Libre () Especifique nombre del permisionario/cooperativa o arrendador del permisionario _____

En su organización es usted: Directivo () Administrador () Capitán () Pescador () Otro () Especifique _____

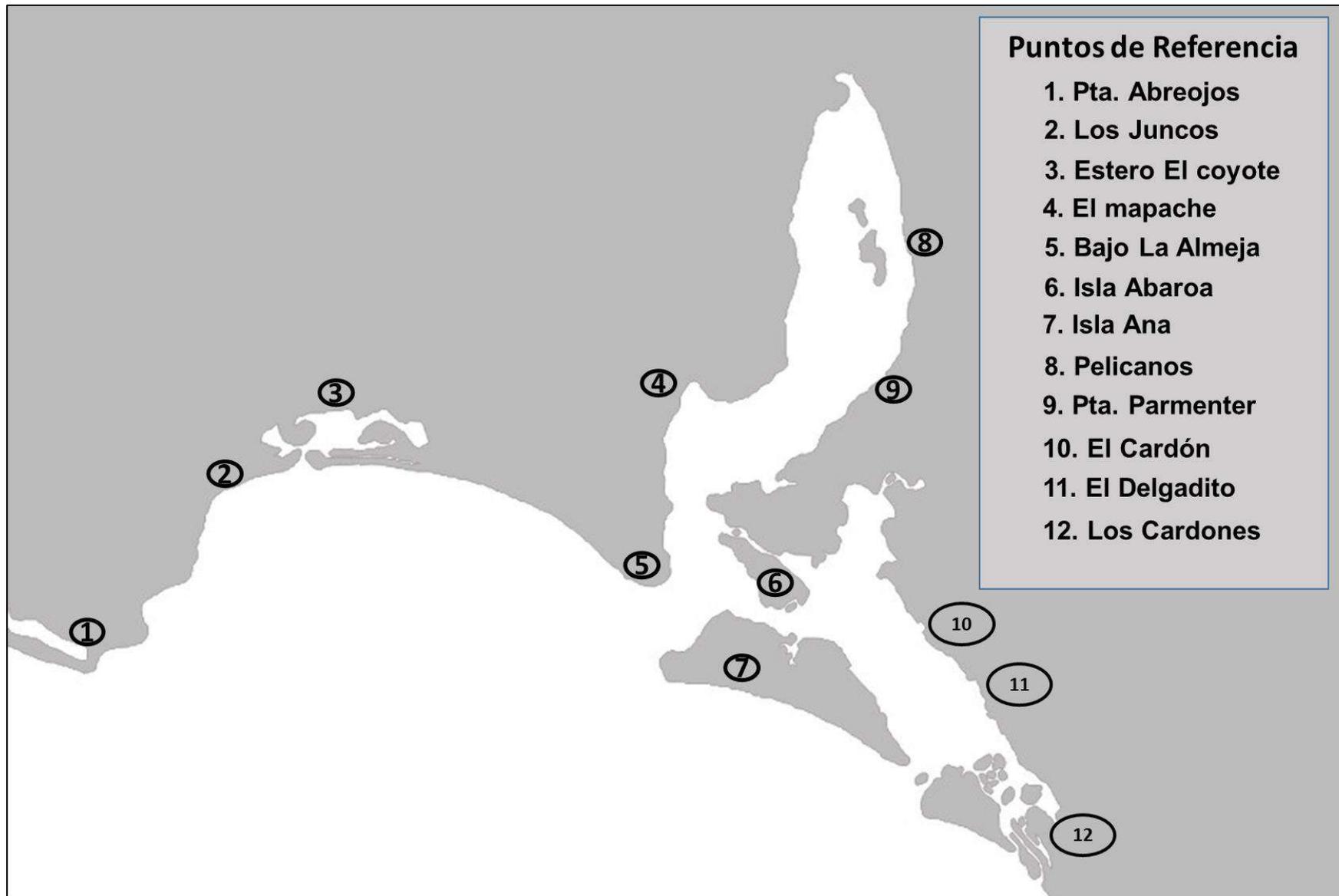
IV. UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE PESCA

MAPA 1 AREA COMPLETA

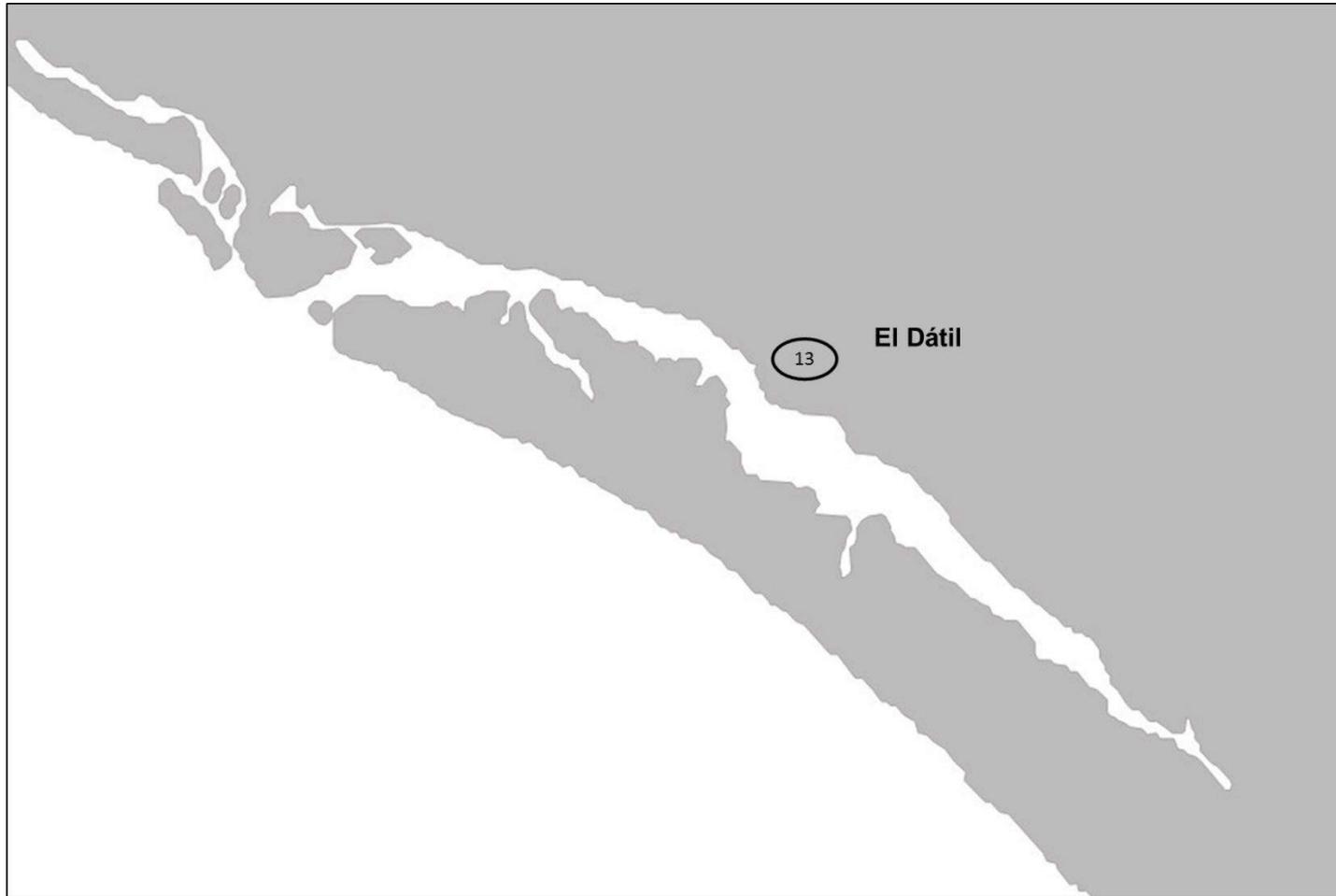


V.- SITIOS DE PESCA POR ESPECIE

SECCION (A) LAGUNA SAN IGNACIO Especie: _____

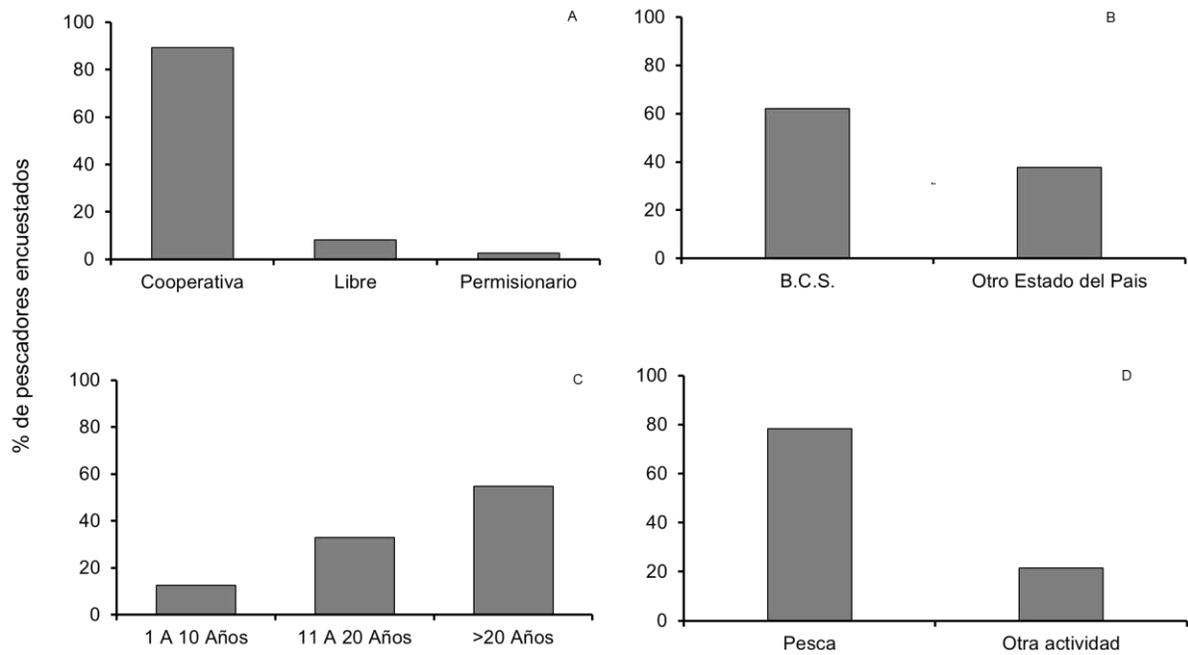


SECCION (B) EL DATIL Especie _____



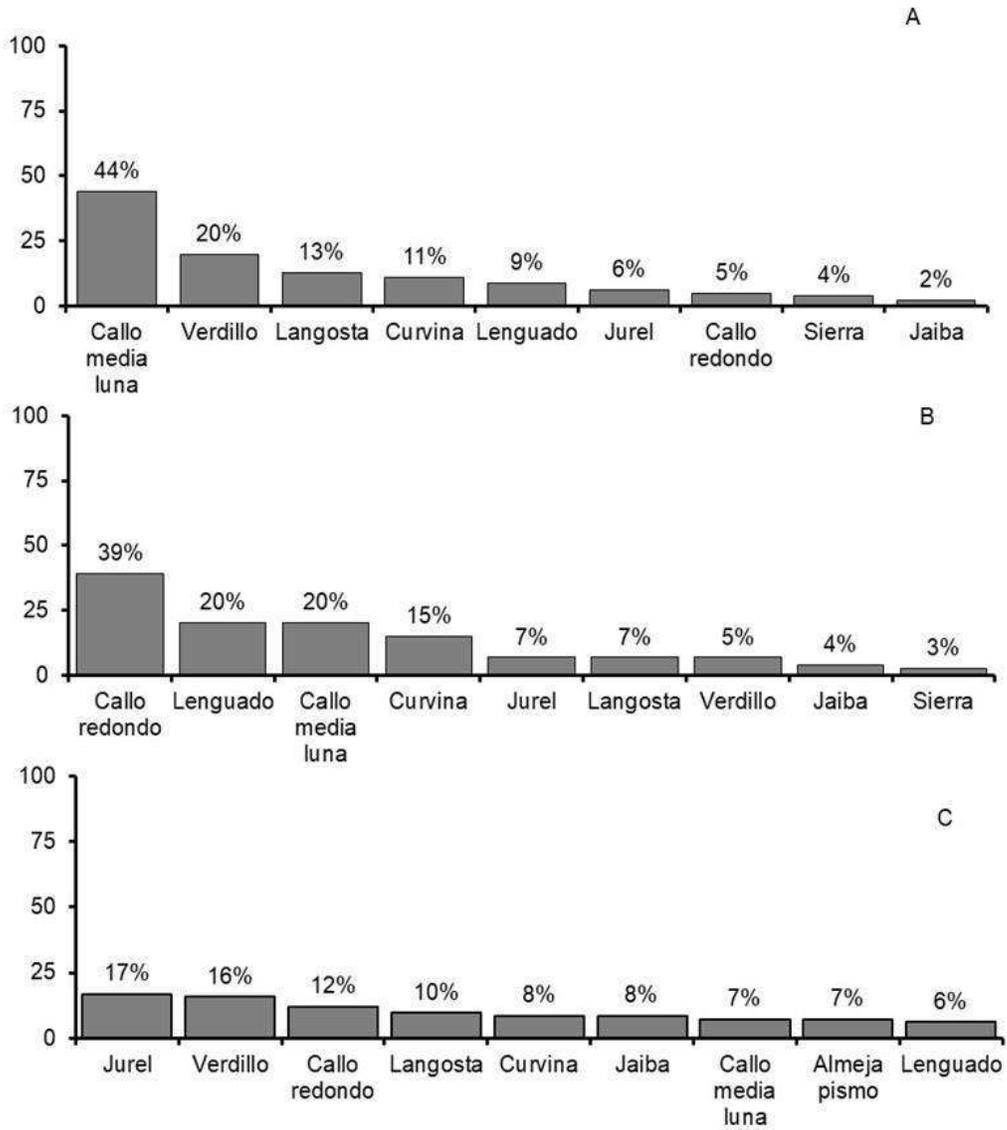
Apéndice 2.

Información básica de los pescadores encuestados en la región de San Ignacio, BCS, México. A) Modo de organización; B) Estado de origen; C) Experiencia en la pesca y D) Actividad principal.



Apéndice 3.

Pesquerías más importantes de la región de San Ignacio; A) primera en importancia, B) segunda en importancia, C) tercera en importancia.



Apéndice 4. Criterios que definen la importancia de una pesquería.

