

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



---

**Maestría en Ciencias  
en Ecología Marina**

---

**Análisis de la dinámica de la flota pesquera sobre la población  
de jurel (*Seriola lalandi*) en dos comunidades en el noroeste  
de México**

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

Presenta:

**Frida Cisneros Soberanis**

Ensenada, Baja California, México  
2018

Tesis defendida por  
**Frida Cisneros Soberanis**

y aprobada por el siguiente Comité

---

**Dr. Oscar Sosa Nishizaki**  
Co-director de tesis

---

**M.C. Francisco Javier Fernández Rivera Melo**  
Co-director de tesis

**Dra. Sharon Zinah Herzka Llona**

**Dr. Benjamín Barón Sevilla**



---

**Dr. Jorge Adrián Rosales Casión**  
Coordinador del Posgrado en Ecología Marina

---

**Dra. Rufina Hernández Martínez**  
Directora de Estudios de Posgrado

Resumen de la tesis que presenta **Frida Cisneros Soberanis** como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

**Análisis de la dinámica de la flota pesquera sobre la población de jurel (*Seriola lalandi*) en dos comunidades en el noroeste de México**

Resumen aprobado por:

---

**Dr. Oscar Sosa Nishizaki**

Co-director de tesis

---

**M.C. Francisco Javier Fernández Rivera Melo**

Co-director de tesis

El manejo de los recursos pesqueros se basa en evaluaciones poblaciones y en asuntos puramente biológicos y ecológicos. Sin embargo, no es suficiente en la gestión de una pesquería en la que incurren factores sociales y económicos en el comportamiento de los pescadores. Este comportamiento representa la dinámica de una flota, es decir, como se distribuye el esfuerzo pesquero en espacio y tiempo, con el objetivo de maximizar ganancias. Los incentivos de mercado en la pesca tienen como objetivo cambiar el comportamiento de los pescadores para modificar voluntariamente sus prácticas de pesca a través de un aumento en los precios y/o acceso preferencial al mercado. En los últimos años, una de las pesquerías que ha tomado relevancia en la producción nacional es el jurel, debido al aumento de su demanda en mercados. La pesquería de jurel cuenta con dos mecanismos de mercado en el noroeste de México: el programa de Seafood Watch del Monterey Bay Aquarium en isla Natividad en B. C. S. y un Proyecto de Mejora Pesquera en Guaymas, Son. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo describir la pesquería de jurel en el noroeste de México y analizar la dinámica de la flota tomando como casos de estudio dos comunidades (isla Natividad, B.C.S y Guaymas, Son.) bajo incentivos de mercado. Para el análisis de la pesquería, primero se realizó una reconstrucción de capturas debido a que las estadísticas oficiales no son específicas para la especie. Se observó un aumento en las capturas de la especie, pero una disminución de la CPUR (aproximación del esfuerzo pesquero). Las temporadas de captura varían de acuerdo a la región en cada estado. Las principales zonas con mayores capturas de jurel las cuales fueron Bahía Tortugas, Bahía de los Ángeles, Villa de Jesús María y Ensenada. Para la dinámica de la flota, se determinó a partir de entrevistas que la cuasi-renta es similar tanto en Guaymas como en isla Natividad, las cuales varían en las proporciones de costos y retornos. Además, a través de análisis multivariados y modelos de regresión lineal, se observó que la comunidad influye tanto en los ingresos como en el precio del producto, la captura está más relacionada con el arte de pesca y los incentivos de mercado son de poca importancia o nula en las tres variables de respuesta (los ingresos, la captura y el precio). Estas tres variables también se ven influenciados por factores sociales (otras fuentes de ingreso y la experiencia en la pesca) y factores tecnológicos (longitud de la embarcación, horas de pesca y gasolina). Esto es relevante para la sustentabilidad del recurso porque permite reconocer y dar un seguimiento de los factores que influyen en el comportamiento de los pescadores hacia mejores prácticas pesqueras.

**Palabras clave:** jurel de castilla, pesquería de pequeña escala, reconstrucción de capturas, incentivo de mercado.

Abstract of the thesis presented by **Frida Cisneros Soberanis** as a partial requirement to obtain the Master of Science degree in Marine Ecology.

**Analysis of fleet dynamics of yellowtail fishery (*Seriola lalandi*) in two communities in the northwestern Mexico**

Abstract approved by:

---

**Dr. Oscar Sosa Nishizaki**

Thesis co-director

---

**M.C. Francisco Javier Fernández Rivera Melo**

Thesis co-director

The management of fishery resources is based on population assessments and purely biological and ecological issues. However, it is not enough to manage a fishery in which social and economic factors affect the behavior of fishers. This behavior represents the dynamics of a fleet, that is, how the fishing effort is distributed in space and time, to maximize profits. The objective of market incentives in fisheries is to change the behavior of fishers to voluntarily modify their fishing practices through an increase in prices and/or preferential access to the market. In recent years, one of the fisheries that have taken relevance in the national production is yellowtail, due to the increase in demand in markets. The yellowtail fishery has two market incentive mechanisms in northwestern Mexico: the Seafood Watch program of the Monterey Bay Aquarium in Natividad Island, B.C.S., and a Fishery Improvement Project in Guaymas, Son. Therefore, this work aimed to describe the yellowtail fishery in northwestern Mexico and analyze the dynamics of the fleet taking as study cases two communities (Natividad Island, B.C.S and Guaymas, Son.) under market incentives. For the analysis of the fishery, a reconstruction of catches was carried out first because the official statistics are not specific for the species. There was an increase in the catch volume, but a decrease in the CPUR (an approximation of the fishing effort). The capture seasons vary according to the region in each state. The main areas with higher catch volumes of yellowtail were Bahía Tortugas, Bahía de Los Ángeles, Villa de Jesús María, and Ensenada. The quasi-rent was determined from interviews and was very similar in both communities, Guaymas and Natividad Island, which vary in the proportions of costs and returns. Also, through multivariate analysis and linear regression models, it was observed that the community influences the income and the price of the product, the catch is more related to the fishing gear, and the market incentives have a little or null importance in the three response variables (income, catch and price). These three variables are also influenced by social factors (other sources of income and experience in fishing) and technological factors (boat length, fishing hours and gasoline). This is relevant for the sustainability of the resource because it allows to recognize and monitor the factors that influence the behavior of fishers towards better fishing practices.

**Keywords:** yellowtail amberjack, *Seriola lalandi*, small scale fishery, catch reconstruction, market incentive.

## Dedicatoria

A Fernando y Olivia, gracias por la libertad, independencia y amor.

A Fernanda, gracias por estar en las buenas y en las malas,  
de buenas y de malas desde la distancia.

A ellos, a mi familia nuclear y extensa  
que está lejos, dedico el resultado,  
del que son, claro está, inocentes.

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para poder realizar mis estudios de maestría (613492).

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), por otorgarme la oportunidad de ser alumno de esta institución, así como las facilidades brindadas durante toda mi estancia.

A mis directores de tesis, al Dr. Oscar Sosa Nishizaki, por haberme aceptado en su laboratorio, por su guía para desarrollarme profesionalmente y su confianza, y al M. en C. Francisco Fernández Rivera Melo, gracias por toda su ayuda, conocimientos y confianza brindados a lo largo de este proceso desde lejos.

A los miembros del comité, Dra. Sharon Herzka y Dr. Benjamín Barón, por el enriquecimiento, su lectura, observaciones y correcciones para fortalecer este trabajo.

A Comunidad y Biodiversidad A.C. (COBI) por su apoyo en campo necesario para la obtención de datos. A Lorena Rocha, Raziél Hernández, Arturo Hernández, Eduardo Díaz y en particular a Bernardo Sánchez por su ayuda introduciéndome a la comunidad y realizando entrevistas. Gracias por hacer más llevaderas las horas pelicano.

A los pescadores y pobladores de isla Natividad y Guaymas, por su cooperación, paciencia y ayuda desinteresada en responder cada una de mis preguntas. Gracias, no solo por compartir su conocimiento, sino también, por abrir la puerta de su hogar para compartir su cotidianidad y dejarme aprender de ello.

A los miembros del laboratorio de Ecología Pesquera: Carmen Medrano, Zury Ramírez, Luz Saldaña, Emiliano García, 'Masao' Fajardo, Rafael Ramírez, Óscar Hernández, 'Kena' Romo, Christian Portillo, Teresa Nuche y Elea Medina, gracias por ser un laboratorio tan heterogéneo, por las discusiones triviales y sabias, las enseñanzas y contribuir con el proceso de formación. A Felipe Rocha, Alesa Flores y Mily Chan por acompañarme con el estrés, la burocracia y las risas.

A Francisco Castañeda, Juan Manuel Galaviz y David Ramírez por resolver todas mis dudas estadísticas. A Rigel Zaragoza por su apoyo técnico con ArcGis.

A mis amigos, Diego Miranda, José Sobrino y Valeria Vázquez, por su complicidad y solidaridad durante estos dos años desde la distancia. A Tania Burgos, Michelle Fimbres y Felipe Rocha, por hacer de Ensenada un hogar. A todos ellos que se han vuelto parte de mi familia extensa.

A mis padres por darme la libertad, la independencia y el aliento para seguir con mis proyectos. Gracias a ellos, a mi hermana, tíos y abuelos por ser caminantes entre mareas, inoxidables de corazón, entrometidos en tormentas, sosegados en la alegría y, sobre todo, familia a perpetuidad.

## Tabla de contenido

Resumen en español.....	i
Resumen en inglés.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Lista de figuras.....	vii
Lista de tablas.....	ix
<b>Capítulo 1. Introducción .....</b>	<b>1</b>
1.4 Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general .....	4
1.4.2 Objetivos específicos .....	4
1.5 Estructura de tesis .....	5
<b>2. Análisis de la pesquería de jurel en el noroeste de México .....</b>	<b>6</b>
2.1 Área de estudio.....	6
2.2 Metodología.....	7
2.2.1 Reconstrucción de capturas .....	7
2.2.2 Análisis de los avisos de arribo pesquero.....	10
2.3 Resultados.....	12
2.3.1 Reconstrucción de capturas .....	12
2.3.2 Producción y esfuerzo de pesca (2000-2017) .....	13
2.3.3 Temporalidad .....	15
2.3.4 Variabilidad espacial.....	17
2.3.5 Valor económico.....	20
2.4 Discusión .....	21
2.4.1 Reconstrucción de capturas .....	21
2.4.2 Producción y esfuerzo de pesca .....	23
2.4.3 Temporalidad .....	24
2.4.4 Variabilidad espacial.....	25
2.4.5 Valor económico.....	26
<b>Capítulo 3. Dinámica de la flota en dos comunidades sujetas a incentivos de mercado .....</b>	<b>27</b>
3.1 Área de estudio.....	27
3.1.1 Isla Natividad, Baja California.....	27
3.1.2 Guaymas, Sonora.....	28
3.2 Metodología.....	28
3.2.1 Entrevistas .....	28
3.2.2 Análisis de variables.....	30
3.3 Resultados.....	31
3.3.1 Caracterización de la flota .....	31
3.3.2 Dinámica de la flota .....	39
3.4 Discusión .....	41
3.4.1 Caracterización de la flota .....	41
3.4.2 Dinámica de la flota .....	44
<b>Capítulo 4. Conclusiones.....</b>	<b>45</b>

<b>Literatura citada</b> .....	46
<b>Anexos</b> .....	55
Anexo A. Análisis de densidad de Kernel ( $t/km^2$ ) de las capturas promedio de jurel por mes en el noroeste de México para el periodo de 2015 a 2017.....	55
Anexo B. Entrevista para los pescadores en relación con la dinámica de la flota pesquera sobre la población de jurel. ....	58
Anexo C. Subconjuntos de modelos con mejor ajuste para cada variable dependiente. ....	61



## Lista de figuras

Figura		Página
1	Ubicación de las oficinas de pesca en el noroeste de México .....	6
2	Capturas (t) históricas de <i>Seriola lalandi</i> para el periodo de 1980-2017 en el noroeste de México por estado: Baja California Sur (azul), Baja California (naranja), Sonora (amarillo) y Sinaloa (verde). Las barras verticales representan los intervalos de confianza.....	12
3	Regresión lineal de a) la captura total (t), b) el número de reportes y c) el número de unidades económicas (UE) con intervalos de confianza de la media (línea punteada) y observados (línea sólida) al 95% en el noroeste de México para el periodo 2000 a 2017.....	13
4	Índice de capturas (IC) durante de periodo de 2000 a 2017 por estado: Baja California Sur (azul), Baja California (naranja), Sonora (amarillo) y Sinaloa (verde) .....	15
5	Captura promedio mensual ( $t \text{ año}^{-1}$ ) por estado: a) Baja California (costa oeste), b) Baja California (costa este), c) Baja California Sur (costa oeste), d) Baja California Sur (costa este), e) Sonora y f) Sinaloa. Las líneas verticales corresponden al error estándar y las barras grises oscuras representan los meses con diferencias significativas evaluadas con la prueba post-hoc Kruskal Wallis .....	16
6	Captura promedio (t) por oficinas pesqueras en el noroeste de México para el periodo de 2000 a 2017.....	18
7	Análisis de densidad de Kernel ( $t/\text{km}^2$ ) de las capturas de jurel en el noroeste de México para el periodo de 2015 a 2017.....	19
8	Índice del precio (IC) durante el periodo de 2000 a 2017 por el SNIIM (línea punteada) y por estado: Baja California Sur (azul), Baja California (naranja), Sonora (amarillo) y Sinaloa (verde).....	20
9	Ubicación de isla Natividad, Baja California Sur, y Guaymas, Sonora, en el noroeste de México.....	27
10	Especies del grupo “jureles” identificadas por pescadores en Guaymas (azul) e isla Natividad (gris) .....	33
11	Meses totales (gris) y principales (azul) de pesca de jurel según entrevistas a pescadores en a) Guaymas e b) isla Natividad .....	35
12	Fauna de acompañamiento de jurel en Guaymas (azul) e isla Natividad (gris) con base en entrevistas a pescadores .....	36
13	Zonas de pesca identificadas en la región de a) Guaymas e b) Isla Natividad con base en entrevistas a pescadores .....	37
14	Simulación de Monte Carlo para a) retornos, b) costos y c) cuasi-renta en 1) isla Natividad y 2) Guaymas (la línea azul indica el promedio de las distribuciones) .....	38
15	Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) por comunidad (izquierda) e incentivo de mercado (derecha) .....	39

16	Valores de Importancia Relativa (VIR) para las variables independientes de acuerdo al subconjunto de modelos de mejor ajuste para captura (azul), precio (naranja) e ingresos (verde).....	40
----	--	----

## Lista de tablas

Figura		Página
1	Literatura utilizada para la reconstrucción de capturas de jurel en el noroeste de México.....	8
2	Nombre principal, común y científico registrado en los avisos de arribo pesquero como jurel.....	9
3	Criterios de puntuación para evaluar la calidad de las series de tiempo de las capturas reconstruidas y la asignación de intervalos de confianza.....	10
4	Comparación del modelo de regresión lineal de acuerdo al número de reportes y unidades económicas como unidades del esfuerzo pesquero.....	14
5	Regresión lineal de la captura total y captura por unidad de registro por estado para el periodo del 2000 a 2017.....	14
6	Índice de importancia relativa por estado en el noroeste de México de 2000 a 2017...	17
7	Parámetros económicos, con media y desviación estándar (DE), de la pesquería de jurel durante la temporada 2017 a partir de entrevistas a pescadores .....	29
8	Descripción de variables dependientes e independientes de Guaymas e isla Natividad.....	31
9	Resumen de las características socioeconómicas de Guaymas e isla Natividad a partir de entrevistas.....	32
10	Caracterización de la comercialización de jurel en Guaymas e isla Natividad a partir de entrevistas .....	34
11	Coeficientes (con desviación estándar) para cada variable en el subconjunto de modelos $\Delta AIC_c < 1$ .....	41

## Capítulo 1. Introducción

---

El manejo pesquero, generalmente, involucra la toma de decisiones con respecto al esfuerzo de pesca que se toman con base en la evaluación del tamaño y dinámica de poblaciones, con el fin de mantener niveles deseados de biomasa explotable a lo largo del tiempo (Anderson et al., 2015; Hilborn y Walters, 1992; Van Putten et al., 2012). Entre las desventajas que presenta este enfoque, especialmente en pesquerías ribereñas, es que la información necesaria para realizar dichas estimaciones es difícil de conseguir o no hay evaluaciones poblacionales adecuadas (Martell y Froese, 2012), y las estrategias de manejo implementadas frecuentemente ignoran las respuestas de los pescadores a los cambios en la abundancia y a la propia gestión a lo largo del tiempo (Hilborn y Walters, 1992).

Además de los factores biológicos y ecológicos, que influyen sobre las poblaciones y por ende sobre su dinámica, el comportamiento de los pescadores influye de manera directa sobre la pesca (Abernethy et al., 2007; Branch et al., 2006; Hilborn, 2007). Este comportamiento se ve reflejado en la dinámica de una flota, es decir, como se distribuye el esfuerzo pesquero en el espacio y tiempo con el objetivo de maximizar ganancias (Seijo et al., 1998). Las decisiones de los pescadores están fuertemente influenciadas por los costos de oportunidad e incentivos económicos, donde los costos de pesca y los rendimientos esperados influyen sobre los lugares en donde se pesca, así como su intensidad y frecuencia (Mascia et al., 2017).

Las reglamentaciones gubernamentales, como las cuotas de captura, las restricciones en artes de pesca, tallas mínimas y/o vedas son utilizadas para cambiar el comportamiento de los pescadores hacia mejores prácticas. No obstante, en México, la debilidad de las regulaciones, o la ausencia de estas, ha estimulado un cambio hacia los mecanismos de incentivos de mercado, diseñados para mejorar el cumplimiento de las reglas y enfoques de gestión existentes (Grafton et al., 2006; Hilborn et al., 2005; Oosterveer, 2008). Los incentivos de mercado en la pesca tienen como objetivo cambiar el comportamiento de los pescadores para modificar voluntariamente sus prácticas de pesca a través de un aumento en los precios y/o acceso preferencial al mercado (Jack et al., 2008; Van Riel et al., 2015). En México, los incentivos de mercado incluyen una gran variedad de esquemas como certificaciones de sustentabilidad (Marine Stewardship Council y Fairtrade), guías de consumo (programa Seafood Watch del Monterey Bay Aquarium) y Proyectos de Mejora Pesquera (Fernández Rivera Melo et al., 2018).

El jurel, perteneciente a la familia Carangidae, es de gran importancia en la pesca de subsistencia, deportiva y comercial en el noroeste del país (Pears et al., 2012). En las estadísticas oficiales mexicanas,

los desembarques de jurel se clasifican dentro de la pesca de escama ribereña bajo el grupo de “jureles y medregales”, la cual comprende alrededor de 32 especies en la región del noroeste de México (Ramírez-Rodríguez, 2013). Se ha reportado al jurel de Castilla o jurel aleta amarilla, *Seriola lalandi*, como la especie de mayor captura dentro de este grupo (Pellowe y Leslie, 2017; Cota-Nieto et al., 2018; Ojeda-Ruíz et al., 2018). Esta especie es capturada en embarcaciones menores o pangas con diferentes artes de pesca, como redes agalleras, chinchorro playero, almadraba y curricán (SAGARPA, 2010). Se distribuye desde el sur de Washington, E.U.A., hasta Mazatlán, México, y dentro del Golfo de California hasta Bahía de los Ángeles (Baxter, 1960) y es considerada como una sola población (Purcell et al., 2015). Es una especie migratoria que durante la primavera migra hasta el sur de California, y a finales del verano y principios del otoño migra hacia el sur a aguas mexicanas (Baxter, 1960).

En los últimos años, la producción de la pesquería de jurel ha ido en incremento (SAGARPA, 2014), debido principalmente al aumento de su demanda en mercados tanto nacionales como internacionales porque es considerado como una carne de primera calidad (Gastélum-Nava et al., 2016). Además, varias especies de esta familia son cada vez más importantes para la acuicultura, debido a su popularidad, beneficios nutricionales y alto valor de mercado (Poortenaar et al., 2001; Nakada, 2008; Abbink et al., 2012).

Debido a la demanda y popularidad en el mercado, la pesquería de jurel con línea y anzuelo por la Cooperativa de “Buzos y Pescadores de la Baja California” de isla Natividad fue evaluada por el programa Seafood Watch (PSW) del Monterey Bay Aquarium (MBA), reconocido por emitir recomendaciones de consumo (Espinosa-Romero et al., 2017). El MBA clasificó a la pesquería de jurel como una pesca sustentable. En el proceso de evaluación, se consideraron cuatro criterios: 1) los impactos de la pesquería sobre la población, 2) los impactos sobre otras especies capturadas, 3) la efectividad en el manejo de la pesquería y 4) los impactos sobre el hábitat y ecosistema (MBA-SW, 2018).

Además del PSW, se ha desarrollado otro esquema de incentivo de mercado para la pesquería de jurel, un Proyecto de Mejora Pesquera (PMP), con el fin de fomentar una pesquería más sostenible, con línea y anzuelo en Sonora (Fishery progress, 2018) a través de las cooperativas interesadas y organizaciones de la sociedad civil (OSC's). A diferencia de la evaluación del MBA en isla Natividad, el PMP es voluntario y los participantes pueden acceder a nuevos mercados con base en la promesa de mejorar sus prácticas pesqueras (CASS, 2015; Sampson et al., 2015). La evaluación del MBA, así como los PMP, han atraído a OSC's y empresas privadas para comercializar el jurel (e. g. SmartFish en isla Natividad), lo que ha proporcionado un acceso a mercados a través de la mejora de su producción y un valor agregado al producto. La recomendación de mercado de MBA cumple cuatro años en isla Natividad y del PMP en

Sonora cumple un año y medio. La producción aún es baja, 30 de 101 t son comercializadas por el PMP y 3 de 90 t en isla Natividad (Espinosa-Romero et al., 2017; Fishery Progress, 2018). Sin embargo, todavía no está claro hasta qué punto los mecanismos de incentivos de mercado influyen en los factores económicos y sociales para que los pescadores mejoren sus acciones hacia prácticas de pesca sostenibles, ya sea a corto o largo plazo.

A pesar de la importancia de la pesca del jurel, en México, hasta ahora se ha considerado como una especie de interés secundario para la pesca comercial, que se captura en temporada de agregaciones o cuando otras especies de mayor valor no están disponibles (Díaz-Uribe et al., 2013; Erisman et al., 2010). Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón (2011) mencionaron que la pesquería se encuentra en estado de desarrollo para los estados de Sonora y Sinaloa, mientras que la Carta Nacional Pesquera (SAGARPA, 2010) señala que esta pesquería es aprovechada en su máxima explotación sostenible. Estas dos evaluaciones indican que hay una falta de consenso. Las posibles razones incluyen la falta de seguimiento del impacto de las regulaciones, que requiere que los pescadores proporcionen datos suficientes o confiables relacionados con el esfuerzo, las capturas, los descartes y la biología de las especies objetivo e incidentales (Salas et al., 2007).

Los análisis de las dinámicas de flotas de la pesca ribereña en México están basados en información pesquera muy detallada y son producto de un monitoreo constante de las comunidades pesqueras (e.g. Salas et al., 2004; Monroy et al., 2010). Sin embargo, se han realizado estudios para comprender la dinámica de la flota de la pesquería de jurel a partir de información limitada, incorporando las estadísticas oficiales, así como el conocimiento empírico de los pescadores (conocimiento local). Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruíz (2012) analizaron los patrones espaciales y temporales de las capturas de jurel a partir de estadísticas oficiales en la costa oeste de Baja California Sur. Arce-Acosta et al. (2018) estudiaron las interacciones entre diferentes flotas, que incluye la pesquería de jurel, integrando diferentes fuentes de datos en la región central del golfo de California. Cota-Nieto et al. (2018) analizaron la tendencia de la captura y el esfuerzo pesquero en Punta Abreojos, B. C.S. Sin embargo, en México la información biológica y pesquera de este grupo todavía es escasa. Estos estudios han resaltado la importancia del uso de todos los datos pesqueros disponibles, tanto de información cualitativa como cuantitativa (Pauly y Zeller, 2015; Thurstan et al., 2015).

Por lo tanto, la caracterización de la dinámica de la actividad pesquera sobre un recurso particular, en este caso de jurel, puede ayudar a delinear el esfuerzo pesquero más eficazmente, y así proporcionar información para evaluar la flexibilidad de los pescadores para adaptarse a nuevas situaciones (Salas y

Gaertner, 2004) y facilitar así la implementación de prácticas de pesca sostenibles a partir de incentivos de mercado. En este contexto, este estudio tuvo como objetivo analizar la dinámica de la flota de la pesquería de jurel, en dos comunidades que cuentan con mecanismos de incentivo de mercado, con el fin de proveer de información lo más robusta posible teniendo como reto la escasez de datos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Describir la pesquería de jurel, *Seriola lalandi*, en el noroeste de México y analizar la dinámica de la flota en las comunidades de isla Natividad en Baja California Sur, y Guaymas en Sonora, sujetos a incentivos de mercado.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Estimar la captura histórica de la pesquería de jurel (*S. lalandi*) mediante el uso de registros de captura oficiales y descripciones cualitativas y cuantitativas en el noroeste de México.
- Caracterizar las tendencias y la distribución espacial y temporal de las capturas de la pesquería de jurel en el noroeste de México durante el periodo de 2000 a 2017.
- Caracterizar la flota de la pesquería de jurel en isla Natividad en Baja California Sur, y Guaymas en Sonora.
- Estimar la relación costo-beneficio de la pesquería de jurel en las dos comunidades.
- Identificar los principales factores que intervienen en las operaciones de la flota pesquera de jurel sujetos a incentivos de mercado.

## **1.5 Estructura de tesis**

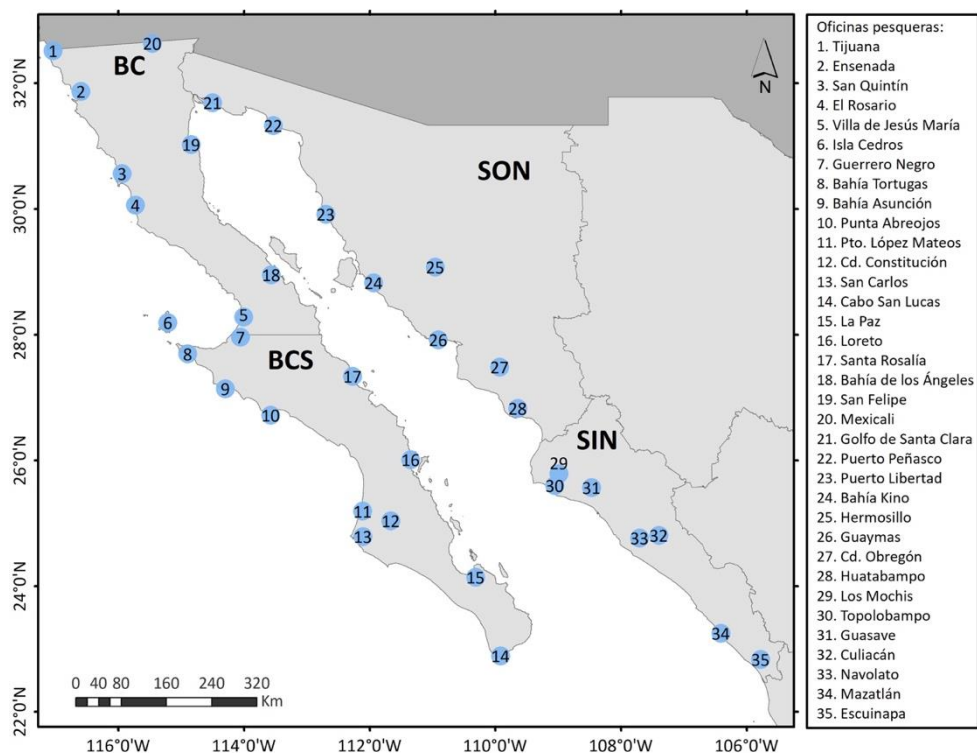
Este trabajo se estructuró en capítulos que incluyen: el capítulo 1 presenta una introducción general, el capítulo 2 expone la descripción de la pesquería de jurel en el noroeste de México y el capítulo 3 aborda el análisis de la dinámica de la flota en dos comunidades (Guaymas, Sonora, e isla Natividad, Baja California Sur) sujetas a incentivos de mercado. Para cada capítulo, se incluye el área de estudio, metodología, resultados y discusión. Por último, en el capítulo 4 se presentan las conclusiones generales de la tesis.



## 2. Análisis de la pesquería de jurel en el noroeste de México

### 2.1 Área de estudio

El noroeste de México incluye tanto el océano Pacífico en la costa oeste de la península de Baja California (BC) y Baja California Sur (BCS), así como el mar de Cortés o golfo de California en la costa este de la península y los estados de Sonora (SON) y Sinaloa (SIN; Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de las oficinas de pesca en el noroeste de México.

El golfo de California se ha caracterizado por ser altamente productivo y presentar tres mecanismos de fertilización natural: surgencias inducidas, mezcla de mareas e intercambio de agua entre el golfo de California y océano Pacífico (Álvarez-Borrego, 2010). Las surgencias causan una alta productividad en invierno a lo largo de la costa oriental y la mezcla de mareas durante todo el año produce un alto nivel de productividad alrededor de las grandes islas (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Presenta vientos débiles que soplan desde el sureste durante el verano y vientos fuertes que soplan desde el noroeste durante el invierno.

Por otra parte, la costa oeste de la península de Baja California se caracteriza por presentar dos masas de agua predominantes: tropical-subtropical y subártica (Durazo et al., 2010). Hacia el norte predomina la corriente de California que brinda agua fría de baja salinidad, mientras que la corriente Norecuatorial fluye de sur a norte y presenta agua cálida de alta salinidad. Al norte de la península, las surgencias se presentan durante todo el año, con mayor intensidad durante la primavera, mientras que al sur son más intensas durante la primavera y verano (Durazo et al., 2010). El viento, paralelo a la costa, y el efecto de las mareas origina surgencias con altas concentraciones de nutrientes, principalmente en la región sur frente a Punta Abrejos (Hernández de la Torre et al., 2015).

## **2.2 Metodología**

### **2.2.1 Reconstrucción de capturas**

Debido a que la información de las capturas de *S. lalandi* es parte del grupo multiespecífico de jureles y medregales en las estadísticas pesqueras mexicanas, se tuvo que reconstruir la serie de capturas extrayendo la captura de otras especies. La reconstrucción de los desembarques totales de jurel en el noroeste de México siguió el enfoque propuesto por Pauly y Zeller (2015) que consiste en un sistema estructurado para utilizar todas las fuentes de información disponibles (Tabla 1). Las bases de datos principales utilizadas fueron los anuarios estadísticos de pesca y los avisos de arribo, estas son estadísticas oficiales de desembarques registrados por las instituciones federales. Estas instituciones tienen como objetivo compilar los registros de captura a través de avisos de arribo en las Oficinas de Pesca (OP) para su posterior publicación como Anuarios Estadísticos de Pesca. Se utilizaron los datos de los registros de captura de los estados del noroeste de México: Baja California, Baja California Sur, Sonora y Sinaloa (Figura 1). No se incluyó Nayarit porque la especie no se distribuye en el área (Baxter, 1960) y además, no se tiene registrada como una especie de valor comercial para ese estado (Ulloa-Ramírez et al., 2008).

**Tabla 1.** Literatura utilizada para la reconstrucción de capturas de jurel en el noroeste de México.

Tipo de datos	Periodo	Referencia	Descripción
Estadísticas oficiales	1980-1982	Departamento de Pesca. Dirección General de Información y Estadística.	Capturas en peso desembarcado por estado
	1983-1994	Secretaría de Pesca. Dirección General de Información, Estadística y Documentación.	Capturas en peso desembarcado por estado
	1995-1999	SEMARNAP. Dirección General de Política y Fomento Pesquero.	Capturas en peso desembarcado por estado
	2000-2017	SAGARPA. Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca.	Avisos de arribo pesquero: Capturas en peso vivo por OP
Composición específica	1994	Rosales-Casián y González-Camacho, 2003.	Capturas de la pesca artesanal para la costa oeste de BC
Literatura diversa	-	Berdegue, 1956; Baxter, 1960; Hammann et al., 1995; Sala et al., 2003; Campos-Dávila et al., 2005; Escobedo-Olvera, 2009; Erisman et al., 2010; Vázquez-Urtado et al., 2010; Sosa-Nishizaki et al., 2013; Gastelum- Nava et al., 2016; Martínez-Takeshita, 2015; Pellowe y Leslie, 2017; Ben-Aderet, 2017.	Importancia comercial Biología de la especie Variabilidad temporal Conducta reproductiva Captura con red agallera Captura con red agallera Variación estacional Pesca artesanal BCS Pesca deportiva Revisión de la pesca artesanal Genética Variación estacional Biología de la especie

Primero se estructuró una serie de tiempo de capturas anuales totales del grupo “jureles”, para el periodo de 1980 a 2017, a partir de los registros de capturas oficiales. El periodo de la reconstrucción de capturas de la especie se estableció a partir del inicio de la explotación de jurel de manera comercial en México (1980; Escobedo-Olvera, 2009), y el año más reciente para el cual se cuenta con los avisos de arribo pesquero (2017). Para obtener una captura específica se asignaron proporciones de captura de la especie por estado y a cada año (Pauly, 1998). Sin embargo, las estadísticas de captura oficiales contienen vacíos de información durante varios periodos de tiempo, por lo tanto, la serie de capturas se dividió en periodos que requirieron de diferentes supuestos:

a) 2000-2017: Se utilizaron los avisos de arribo pesquero reportados por especie y por oficina pesquera para cada estado. Los avisos de arribo se filtraron por nombre común y nombre científico (Tabla 2). Debido a que no se encontró bajo el nombre de *S. lalandi*, se hizo el supuesto que esta especie es registrada bajo el nombre de *Caranx* spp. porque ha sido documentada con las mayores capturas del grupo en la región

noroeste en diversos estudios (Rosales-Casián y González-Camacho, 2003; Pellowe y Leslie, 2017; Cota-Nieto et al., 2018; Ojeda-Ruíz et al., 2018; ver resultados de entrevistas) lo que concuerda con los avisos de arribo para la especie.

b) 1995-1999: Durante este periodo, se utilizaron los anuarios estadísticos de pesca, los cuales clasifican al jurel como “pesca de escama” (SAGARPA, 2010). La proporción por especie utilizada fue obtenida de los avisos de arribo de 2000 a 2017. La reconstrucción de las capturas de otros años se realizó con base en el supuesto de que la proporción de capturas de *S. lalandi* no ha cambiado significativamente durante el periodo reconstruido.

c) 1980-1994: A partir de este periodo, los anuarios estadísticos oficiales agrupaban al jurel bajo el nombre de túnido (SAGARPA, 2010). Para la proporción de este periodo se utilizó el trabajo de Rosales-Casián y González-Camacho (2003) para Baja California previo a 1994.

**Tabla 2.** Nombre principal, común y científico registrado en los avisos de arribo pesquero como jurel.

Nombre principal	Nombre común	Nombre científico
Jurel	Caballa	<i>Scomberomorus cavalla</i>
	Caballo	<i>Cynoscion phoxocephalus</i>
	Cocinero	<i>Caranx caballus</i>
	Cojinuda	<i>Carangoides bartholomae</i>
	Jurel	<i>Alectis cirialis</i>
	<b>Jurel</b>	<b><i>Caranx spp.</i></b>
	Jurel de castilla	<i>Chloroscombrus orqueta</i>
	Jurel fino	<i>Decapterus macarellus</i>
	Jurel negro	<i>Caranx lugubris</i>
	Jurelete	<i>Caranx hippos</i>
	Medregal	<i>Seriola dumeri</i>

Para evaluar la calidad de los datos, el cumplimiento de los supuestos y los métodos empleados para la reconstrucción de la serie de tiempo se utilizó el proceso de puntuación desarrollado por Zeller et al. (2015), basado en los criterios de incertidumbre utilizados por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC; Mastrandrea et al., 2010). Se realizó un taller con nueve expertos en pesquerías del área de estudio, quienes evaluaron de forma independiente cada periodo: 1980-1994, 1995 a 1999 y 2000-2017. Los puntajes se promediaron y se obtuvieron los intervalos de confianza con el promedio ponderado (Tabla 3). Los intervalos de confianza se presentaron en las gráficas de la reconstrucción de capturas en el año intermedio de cada periodo (i.e. 1987, 1997, 2008).

**Tabla 3.** Criterios de puntuación para evaluar la calidad de las series de tiempo de las capturas reconstruidas y la asignación de intervalos de confianza.

Puntaje	Intervalos de confianza		Criterios correspondientes del IPCC*
	- %	+%	
4 Muy alto	10	20	Acuerdo alto y evidencia sólida
3 Alto	20	30	Acuerdo alto y evidencia media o acuerdo medio y evidencia sólida
2 Bajo	30	50	Acuerdo alto y evidencia limitada o acuerdo medio y evidencia media o acuerdo bajo y evidencia sólida
1 Muy bajo	50	90	Acuerdo bajo y evidencia baja

\* Mastrandrea et al. (2010), nótese que "la confianza aumenta" (y por lo tanto los intervalos de confianza se reducen) "cuando hay múltiples líneas coherentes e independientes de evidencia de alta calidad" (Tomado de Zeller et al. (2015)).

### 2.2.2 Análisis de los avisos de arribo pesquero

La base de datos utilizada consistió de los avisos de arribo pesquero por cada oficina pesquera que registraron capturas de jurel durante el periodo de 2000 a 2017. Los avisos de arribo son necesarios para los pescadores porque les permiten vender y transportar su captura a mercados regionales o internacionales (LGPAS, 2007, art. 75 y 76). Cada reporte contiene información sobre el peso vivo y desembarcado (kg), precio (\$/kg), mes, año, sitio de captura, oficina pesquera, estado y unidad económica. Para cada estado, se caracterizaron las tendencias de la producción, el esfuerzo pesquero y la captura por unidad de esfuerzo. Sin embargo, en los avisos de arribo no se reporta el número de embarcaciones o de viajes con el cual calcular un esfuerzo de pesca. No obstante, los pescadores, permisionarios o miembros de la cooperativa (unidad económica) tienen la obligación de reportar sus capturas (LGPAS, 2007; art. 75). Para obtener una aproximación de la captura por unidad de esfuerzo se ajustaron modelos de regresión lineal para determinar la unidad del esfuerzo (unidades económicas o el número de reportes) más adecuada de acuerdo con Schaefer (1954), quien menciona que la relación entre la captura y el esfuerzo debe de ser proporcional y positiva. Se determinó el mejor modelo con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el análisis de residuales. Para el número de reportes, se consideró el supuesto que el tiempo entre un registro y otro es constante (Erauskin-Extramiana et al., 2017) y para las unidades económicas, se hizo una revisión para evitar errores y redundancias en los registros.

Se realizaron análisis de regresión para evaluar la tendencia de los volúmenes de captura y de la captura por unidad de esfuerzo. Para determinar las variaciones anuales, se aplicó el índice de capturas (Arreguín-Sánchez, 2006) a partir de la siguiente ecuación:

$$I_c = \text{Ln} \left( \frac{C_{a,i}}{\bar{C}_i} \right) \quad (1)$$

donde  $C_{a,i}$  es la captura (t) en la zona  $a$  en el año  $i$  y  $\bar{C}_i$  es la captura promedio de la zona  $a$  durante el periodo de 2000 a 2017. Las variaciones mensuales se evaluaron por estado dividiendo a Baja California y Baja California Sur en costa oeste (océano Pacífico) y costa este (golfo de California) con base en los registros de las oficinas pesqueras. Para evaluar las diferencias de los volúmenes de captura entre los meses, se realizaron pruebas no paramétricas de Kruskal Wallis, ya que no se cumplieron los supuesto estadísticos.

Con el propósito de caracterizar la distribución espacial del uso del recurso y su variabilidad, se estimó el índice de importancia relativa por estado de acuerdo con Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruíz (2012) como la suma del porcentaje de la captura total (C), el valor económico (V) y la frecuencia en el número de avisos de arribo (F):

$$IIR = \% C + \%V + \%F \quad (2)$$

Se georreferenciaron las oficinas de pesca y los lugares de captura utilizando el Atlas de Localidades Pesqueras (Ramírez-Rodríguez et al., 2006a, 2006b). Se obtuvo el promedio de la captura total por oficina de pesca para el periodo de 2000 a 2017. Sin embargo, para los lugares de pesca, solo se incluyó el periodo de 2015 a 2017, porque fue el periodo que contaba con más del 95% de los reportes georreferenciados por año. Se realizó un análisis de densidad de Kernel, el cual cuenta el número de objetos discretos en un área determinada y crea un campo a partir de estos objetos, para analizar el promedio de la captura total y mensual durante el periodo de tiempo. El tamaño de la celda de salida (resolución) se basó en el valor predeterminado por ArcGis (477.16 pixeles) y se utilizó una proyección cónica de Lambert.

Para observar la tendencia del precio, se calculó el precio promedio del recurso por estado y año. De igual manera, se obtuvo el precio promedio por año para la serie tiempo obtenida del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2018) usando los registros de La Paz, Baja California Sur, como punto de cotización. A estas series se les restó el valor de la inflación de acuerdo al índice nacional de precios al consumidor (INPC; SAT, 2010) a enero de 2018. También, se estimó el índice del precio (modificado de Arreguín-Sánchez, 2006) para determinar las variaciones anuales:

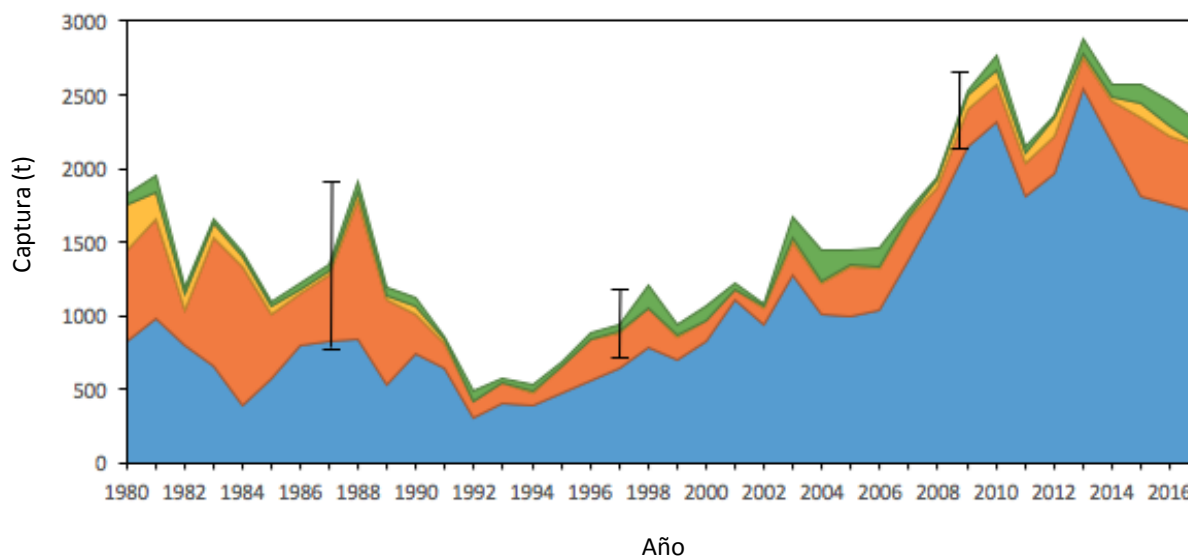
$$I_p = \text{Ln} \left( \frac{P_{a,i}}{\bar{P}_i} \right) \quad (3)$$

donde  $P_{a,i}$  es el precio (\$) en estado  $a$  en el año  $i$  y  $\bar{P}_i$  es el precio promedio del estado  $a$  durante el periodo de 2000 a 2017. Se realizaron análisis de regresión para evaluar las diferencias en el índice del precio entre los estados y el SNIIM y entre los años.

## 2.3 Resultados

### 2.3.1 Reconstrucción de capturas

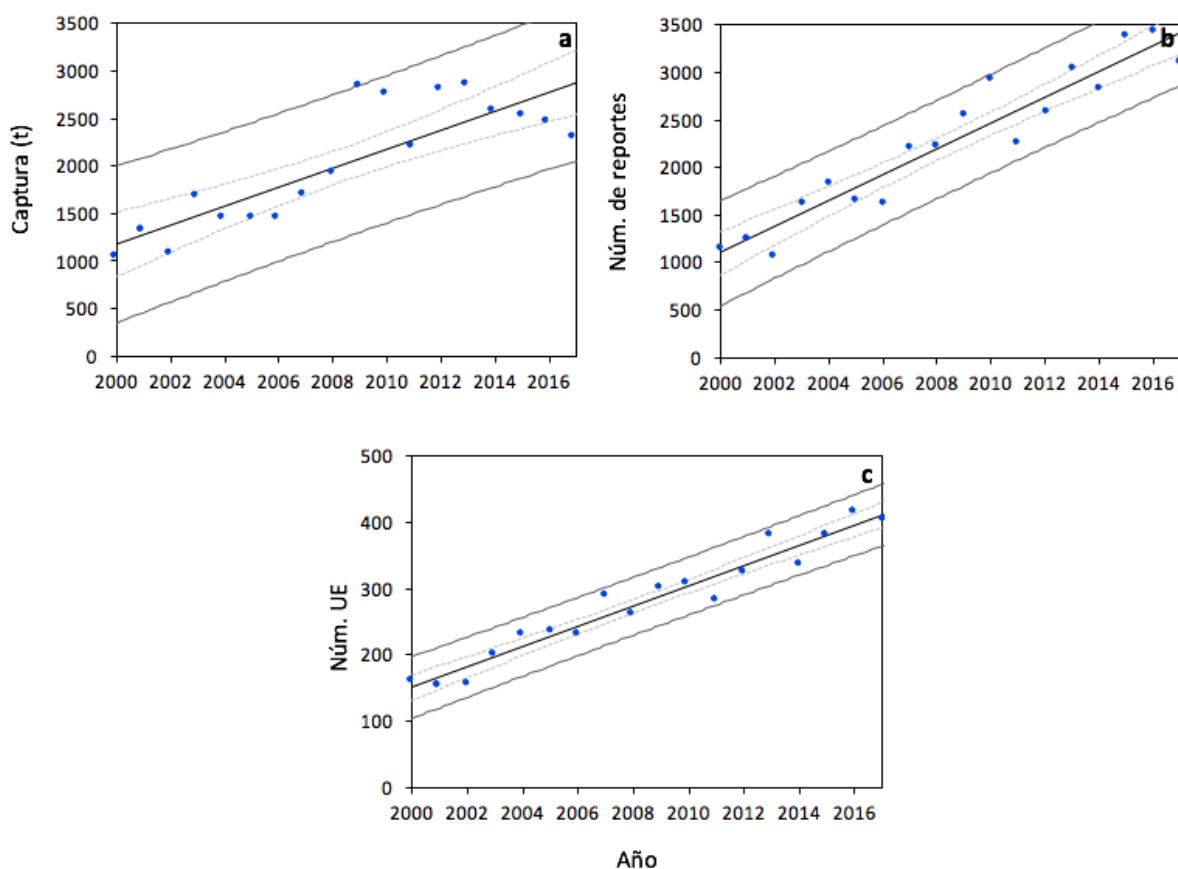
Las capturas totales de jurel en el noroeste de México para el período 1980-2017 tuvo un promedio ( $\pm$  desviación estándar) de  $1,567.8 \pm 694.78$  t. Se tienen dos años con valores bajos: 1992 (487.1 t) y 1994 (528.1 t). A partir de 1994, las capturas aumentaron de manera consistente, alcanzando dos picos máximos: uno en 2009 (2,824.8 t) y 2013 (2,872.7 t). A lo largo de este periodo, Sinaloa tuvo las menores capturas con  $51.5 \pm 62.92$  t, mientras que en Baja California Sur presenta las mayores capturas, con  $1,099.24 \pm 629.70$  t. Las estimaciones de incertidumbre presentaron diferentes intervalos de confianza, los cuales fueron más amplios para el período 1980-1994 (35.6%), seguido por los períodos 1995-1999 (23.9%) y 2000-2017 (10%; Figura 2).



**Figura 2.** Capturas (t) históricas de *Seriola lalandi* para el periodo de 1980-2017 en el noroeste de México por estado: Baja California Sur (azul), Baja California (naranja), Sonora (amarillo) y Sinaloa (verde). Las barras verticales representan los intervalos de confianza.

### 2.3.2 Producción y esfuerzo de pesca (2000-2017)

En el noreste de México, para el periodo del 2000 al 2017 se capturaron en promedio  $2,028.1 \pm 637.29$  t año<sup>-1</sup> de jurel. En estos 18 años, los desembarques se incrementaron de forma significativa ( $p < 0.0001$ ) en un 218.06 % en el 2017 (2,316.2 t) con respecto al 2000 (1,062.1 t; Figura 3a). El número de reportes registrados en las oficinas pesqueras fue de 40,632, mientras que se registraron un total de 1,027 unidades económicas. En ambos casos, se observa que hubo un aumento significativo ( $p < 0.0001$ ) durante este periodo (Figuras 3b y 3c).



**Figura 3.** Regresión lineal de a) la captura total (t), b) el número de reportes y c) el número de unidades económicas (UE) con intervalos de confianza de la media (línea punteada) y observados (línea sólida) al 95% en el noroeste de México para el periodo 2000 a 2017.



Se observó que el número de reportes tuvo un mejor ajuste de acuerdo con el coeficiente de determinación (0.783) a comparación del número de unidades económicas (0.684). Además, en el análisis de residuales, el cuadrado medio (CM) del error es menor en el número de reportes (88227; Tabla 5). Por lo tanto, se utilizó el número de reportes como una aproximación del esfuerzo pesquero (CPUR).

**Tabla 4.** Comparación del modelo de regresión lineal de las capturas de jurel en función del número de reportes y unidades económicas como unidades del esfuerzo pesquero.

	Reportes	UE
R <sup>2</sup>	0.783	0.684
<b>Parámetros del modelo</b>		
Intercepto	345.110	234.085
Variable	0.745	6.385
P de la variable	6.63 e-07	1.4 e-05
<b>Análisis de varianza</b>		
CM del error	88227	128303
F (1, 16)	62.26	37.81
p	6.63 e-07	1.399 e-05

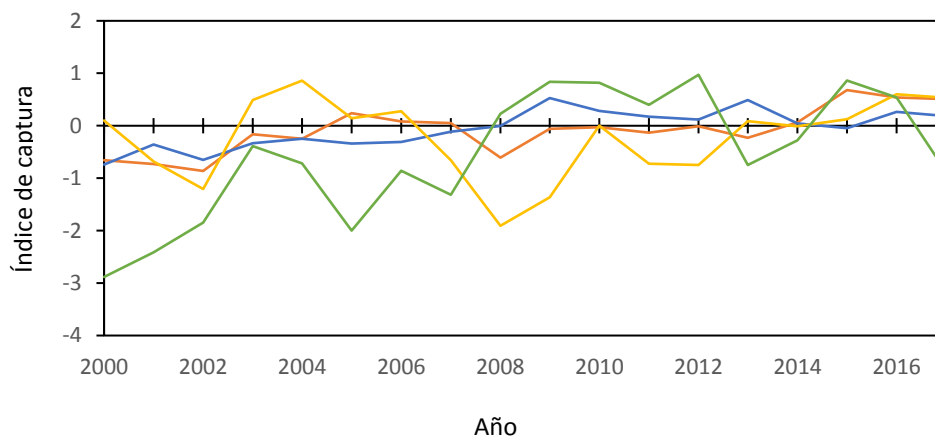
Posteriormente se realizaron regresiones lineales de la captura total y la captura por unidad de registro. La captura mostró un aumento en toda la región noroeste a excepción de Sonora. En contraste, la captura por unidad de registro (CPUE) mostró una disminución en Sonora y Baja California y solamente un aumento en Sinaloa. En la región noroeste y en Baja California Sur no mostró una tendencia significativa (Tabla 6).

**Tabla 5.** Regresión lineal de la captura total y captura por unidad de registro por estado para el periodo del 2000 a 2017.

Estado	Medida	Regresión lineal				
		p	R <sup>2</sup>	F <sub>1,16</sub>	Modelo	Tendencia
BC	Captura	0.0004	0.544	19.12	C = -31519.7+15.8x	Aumento
	CPUR	0.0415	0.235	4.91	CPUR = 23.6-0.01x	Disminución
BCS	Captura	0.000	0.542	18.943	C = -151668.2+76.3x	Aumento
	CPUR	0.251	0.081	1.142	CPUR = 14.9-0.01x	NA
SON	Captura	0.596	0.018	0.292	C = -2668.6+1.4x	NA
	CPUR	0.002	0.446	12.88	CPUR = 127.1-0.06x	Disminución
SIN	Captura	0.018	0.302	6.924	C = -8303.4+4.2x	Aumento
	CPUR	0.049	0.221	4.556	CPUR = -127.1+0.06x	Aumento
Total	Captura	1.223e-05	0.708	38.71	C = -199651.2+100.4x	Aumento
	CPUR	0.095	0.164	3.138	CPUR = 19.3-0.01x	NA

\* C = captura; CPUR = captura por unidad de reporte.

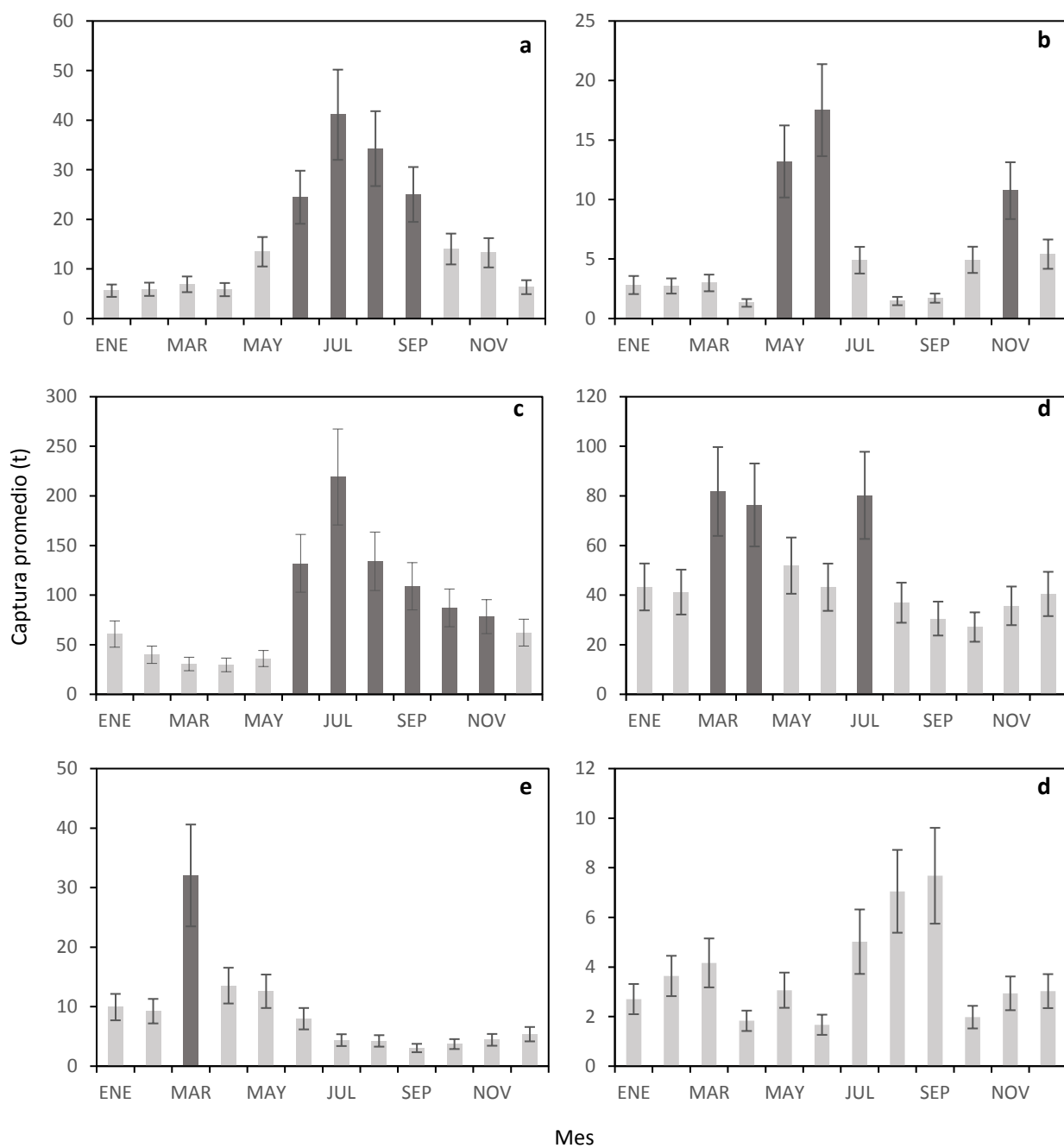
El índice de capturas, para Baja California y Baja California Sur, se ha mantenido alrededor de cero, lo cual indica que ha habido una consistencia en las capturas anuales con respecto al promedio, a diferencia de Sonora y Sinaloa donde las variaciones anuales fueron más remarcadas y contrastantes (Figura 4). Sin embargo, el índice de captura no mostró diferencias significativas entre los estados ( $KW x^2 = 1.3$ ,  $p = 0.74$ ), ni entre los años ( $KW x^2 = 26.8$ ,  $p = 0.06$ ).



**Figura 4.** Índice de capturas (IC) durante de periodo de 2000 a 2017 por estado: Baja California Sur (azul), Baja California (naranja), Sonora (amarillo) y Sinaloa (verde).

### 2.3.3 Temporalidad

Para la costa oeste, los desembarques fueron significativamente mayores de junio a septiembre para Baja California ( $KW x^2 = 93.4$ ,  $p = <0.0001$ ) y de junio a noviembre para Baja California Sur ( $KW x^2 = 95.2$ ,  $p = <0.0001$ ); después de estos meses las capturas disminuyeron. En el golfo de California, no se observó una estacionalidad muy marcada. Las capturas en Sinaloa no mostraron picos significativos ( $KW x^2 = 11.9$ ,  $p = 0.37$ ), lo cual refleja que no fluctuaron a lo largo del año. En Sonora se observaron diferencias únicamente para el mes de marzo ( $KW x^2 = 29.2$ ,  $p = 0.002$ ). Los desembarques de Baja California fluctuaron y se observaron tres picos significativos en mayo, junio y noviembre ( $KW x^2 = 82.6$ ,  $p = <0.0001$ ) y en Baja California Sur los picos se registraron en marzo, abril y julio ( $KW x^2 = 57.5$ ,  $p = <0.0001$ ; Figura 5).



**Figura 5.** Captura promedio mensual (t año<sup>-1</sup>) por estado: a) Baja California (costa oeste), b) Baja California (costa este), c) Baja California Sur (costa oeste), d) Baja California Sur (costa este), e) Sonora y f) Sinaloa. Las líneas verticales corresponden al error estándar y las barras grises oscuras representan los meses con diferencias significativas evaluadas con la prueba post-hoc Kruskal Wallis.

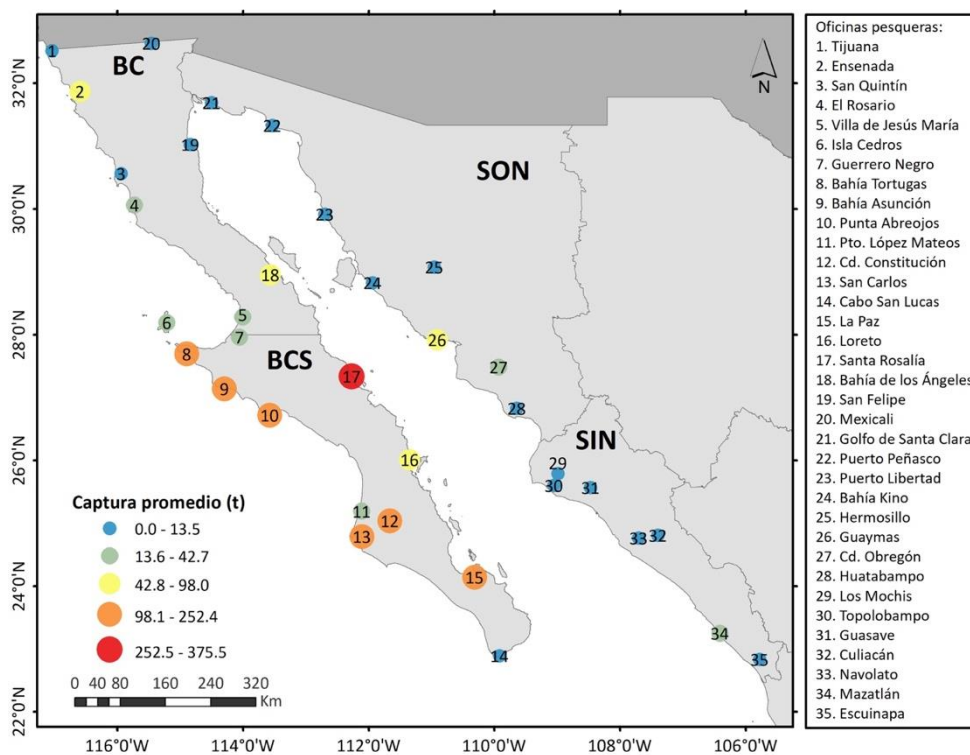
### 2.3.4 Variabilidad espacial

De acuerdo con el índice de importancia relativa (IIR), la costa oeste de BCS es la más importante (IIR = 128.97), seguida de la costa este de BCS (IIR = 87.65) y la costa oeste de BC (IIR = 34.25); este orden se mantiene tanto en las proporciones de captura, su valor y frecuencia de avisos de arribos (Tabla 7).

**Tabla 6.** Índice de importancia relativa por estado en el noroeste de México de 2000 a 2017.

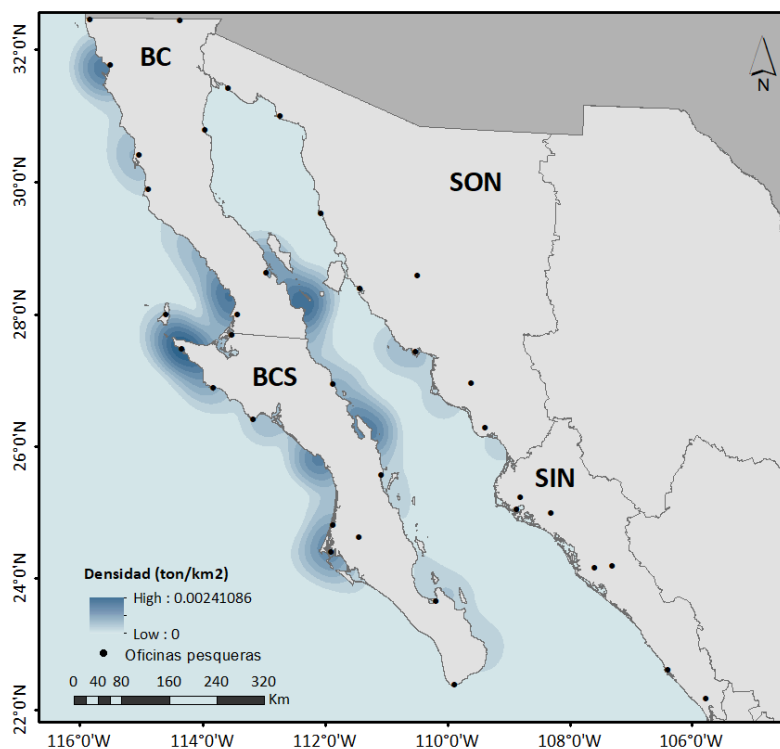
Estado	Captura (%)	Valor (%)	Frecuencia (%)	IIR
BCS (costa oeste)	50.2	37.0	41.8	128.97
BCS (costa este)	29.0	23.4	35.2	87.65
BC (costa oeste)	9.7	10.5	14.1	34.25
Sonora	4.4	6.6	4.3	15.26
BC (costa este)	3.4	2.7	3.1	9.19
Sinaloa	2.2	1.8	1.5	5.57

La mayor captura promedio se registró en la oficina de Santa Rosalía, con  $375.5 \text{ t} \pm 147.78 \text{ t año}^{-1}$ , seguida por las oficinas de Cd. Constitución ( $252.5 \pm 221.40 \text{ t año}^{-1}$ ) y Punta Abreojos ( $209.1 \pm 92.20 \text{ t año}^{-1}$ ). Cabe señalar que la oficina de López Mateos desaparece en el 2006 y a partir de ese año los pescadores empiezan a reportar sus capturas en las dos oficinas cercanas: Cd. Constitución y San Carlos. La oficina con las menores capturas fueron Culiacán con  $0.02 \text{ t año}^{-1}$  y el Golfo de Santa Clara con  $0.04 \text{ t año}^{-1}$ ; ambas oficinas solo registraron capturas en el 2000 y 2004, respectivamente (Figura 6).



**Figura 6.** Captura promedio (t) por oficinas pesqueras en el noroeste de México para el periodo de 2000 a 2017.

Del total de avisos de arribo (9,447), el 95.5% de los reportes para el periodo de 2015-2017 fueron georreferenciados. El análisis de densidad de Kernel mostró variaciones entre 0 a 0.0024 t/km<sup>2</sup>, las zonas con mayores concentraciones de pesca de jurel para este periodo fueron Bahía Tortugas, al sur de Bahía de los Ángeles, al norte de Villa de Jesús María y Ensenada. En contraste, las menores densidades se observaron a lo largo del estado de Sinaloa y Alto Golfo de California (Figura 7).

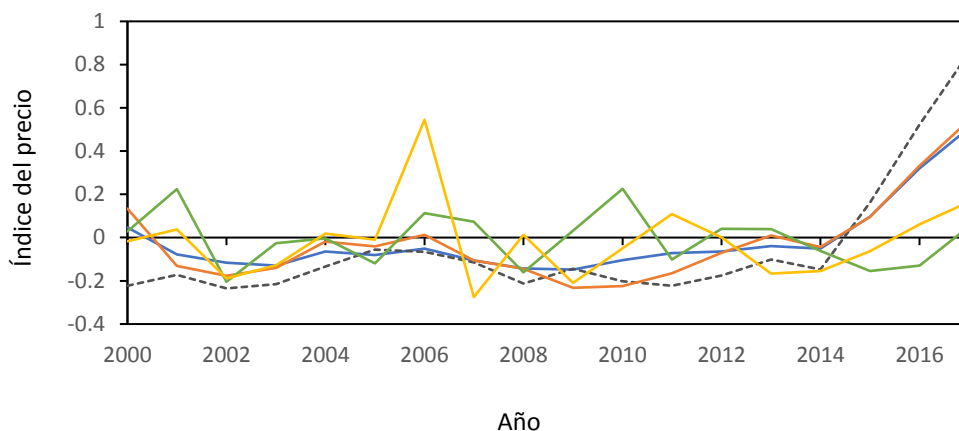


**Figura 7.** Análisis de densidad de Kernel ( $t/km^2$ ) de las capturas de jurel en el noroeste de México para el periodo de 2015 a 2017.

Los análisis de densidad de Kernel mostraron patrones mensuales estructurados a lo largo del año (Anexo A). Las mayores densidades se presentaron en el mes de julio ( $0.0050 t/km^2$ ), mientras que las menores fueron en febrero ( $0.0004 t/km^2$ ). En la región norte de la península de Baja California, de Ensenada a San Quintín, durante el periodo de junio a septiembre se observaron las densidades más altas, las cuales disminuyeron el resto del año. La región de Punta Eugenia al golfo de Ulloa, en Baja California Sur, es una región importante con capturas poco variables, sin embargo, de noviembre a enero reducen su abundancia. Dentro del golfo de California, las regiones que destacan son Bahía de los Ángeles y Santa Rosalía; en Bahía de los Ángeles durante todo el año hay registro de densidades altas, sin embargo, durante los meses de enero, abril y agosto estas disminuyen, coincidiendo con el incremento observado en la región de Santa Rosalía durante estos meses. En Sonora, la región de Guaymas es la zona más importante con las mayores concentraciones para el estado, donde las densidades son consistentes de enero a mayo. Tanto en el alto golfo de California como a lo largo del estado de Sinaloa, la densidad es de poca a nula, por lo cual sus patrones de variación no son apreciables en el análisis espacial.

### 2.3.5 Valor económico

Los precios a pie de playa registrados en los reportes mostraron diferencias significativas entre los estados (ANOVA  $gl = 3$ ,  $F = 14.59$ ,  $Pr(>F) = 1.96e-07$ ). Sonora es el estado en el cual la captura obtiene mayor valor, con un promedio de  $23.5 \pm 4.98$  \$/kg, mientras que en Baja California Sur se pagó con un menor precio de  $15.2 \pm 3.06$  \$/kg. Entre Baja California y Sinaloa no se encontraron diferencias en el precio promedio ( $18.4 \pm 4.24$  y  $18.6 \pm 2.35$  \$/kg, respectivamente). Al relacionar el promedio del precio total registrado por los avisos de arribo y el SNIIM, se observó un precio poco variable de 2000 a 2014. A partir de 2014 el precio aumentó considerablemente (2.72 veces en el caso del SNIIM y 1.74 en lo registrado en los avisos de arribo); este repunte se ve más acentuado para los estados de Baja California y Baja California Sur (Figura 8).



**Figura 8.** Índice del precio (IC) durante el periodo de 2000 a 2017 por el SNIIM (línea punteada) y por estado: Baja California Sur (azul), Baja California (naranja), Sonora (amarillo) y Sinaloa (verde).

El índice del precio no mostró diferencias significativas entre los estados y el SNIIM ( $KW x^2 = 8.1$ ,  $p = 0.08$ ). No obstante, si hubo diferencias significativas entre los años ( $KW x^2 = 33.4$ ,  $p = 0.01$ ) que solo se observó para los años de 2002- 2017 (dif. obs.= 67.6, dif. crítica= 59.36) en la prueba *a posteriori* de Kruskal-Wallis.

## 2.4 Discusión

### 2.4.1 Reconstrucción de capturas

La reconstrucción de las capturas se realizó desde 1980 cuando comienza la explotación comercial de jurel en Baja California (Escobedo-Olvera, 2008). Durante la década de 1940, el jurel, junto con el atún, albacora y bonito, eran las especies de altura explotadas casi exclusivamente por pescadores estadounidenses en aguas mexicanas (Quezada en Hernández Fujigaki, 1988). Su importancia radicaba, no solo en la pesca deportiva sino también como sustituto del atún en enlatados. Debido a la demanda y la insuficiencia del producto, el gobierno de Estados Unidos dictó normativas para proteger a la especie. En consecuencia, los pescadores estadounidenses extendieron sus áreas de operación hacia aguas mexicanas, en donde pudieron operar sin restricciones, en tanto que casi la totalidad de las capturas que se desembarcaban en California, provenían de estas aguas (Berdegué, 1956). En 1976, cuando México declara su Zona Económica Exclusiva (ZEE), se excluyó a la flota estadounidense de la actividad pesquera. Sin embargo, los acuerdos firmados con antelación se respetaron hasta 1979 (Székely, 1991). Las capturas de jurel muestran que los desembarques han fluctuado entre 1980 y 2016, con aumentos y disminuciones notables. Las fluctuaciones de los desembarques a largo plazo pueden ser el resultado de cambios en el mercado y políticas de gestión pesquera, así como cambios en el ambiente (Hernández y Kempton, 2003; Espinoza-Tenorio et al., 2011).

Las capturas de la pesquería de jurel alcanzaron un pico máximo en 1981, que coincide con el punto máximo de capturas a nivel nacional (Hernández y Kempton, 2003). Durante esta década, la política pesquera se enfocó en promover el cooperativismo, así como en la expansión de la flota, infraestructura portuaria, apoyo crediticio y recopilación de estadísticas pesqueras, a través de permisos para comercializar la captura (Espinoza-Tenorio et al., 2011; Martínez-Martínez y González-Laxe, 2016). Esta política se mantuvo durante la década de los ochenta hasta 1994 (Hernández y Kempton 2003). No obstante, tuvo como consecuencia un aumento en el esfuerzo pesquero, pero no en las capturas a nivel nacional (Alcalá, 2003).

Después de 1994 hubo un aumento continuo en las capturas de jurel. En ese año, la pesca con redes agalleras (con la cual se capturaba el jurel) fue prohibida en Estados Unidos; esto redujo la cantidad de peso desembarcado por pescadores comerciales (CDFG, 2001). Esto fue relevante porque históricamente el principal exportador de jurel era Estados Unidos (SIAP, 2018). Escobedo-Olvera (2009) analizó las capturas jurel de un barco que capturaba con red agallera en aguas mexicanas del Pacífico y mencionó que



el 78.3% de los desembarques era exportado a ese país. Por otro lado, a partir de 1994 cambiaron las políticas pesqueras dando un mayor énfasis a la conservación y sustentabilidad de los recursos (Espinoza-Tenorio et al., 2011), a través de la integración de datos biológicos y pesqueros, límites sobre el esfuerzo, vedas, prohibiciones de artes de pesca y determinación de especies bajo protección (Hernández y Kempton, 2003). Aunque a partir de 1995, los jureles dejaron de ser agrupados bajo el nombre de túnidos y fueron clasificados como “pesca de escama”, dentro de este grupo, la única medida de manejo fue la exigencia de permisos para su pesca comercial (SAGARPA, 2010). Estas medidas de gestión con menores restricciones para la captura, así como una mayor demanda del mercado estadounidense, pudo propiciar un aumento continuo en las capturas de jurel.

La evaluación de la incertidumbre en la reconstrucción de la serie de tiempo de las capturas calificó la calidad de la información que se basó en diferentes fuentes a lo largo del tiempo, que no estaban estandarizadas (Zeller et al., 2015). Para el primer periodo, 1980-1984, la única fuente utilizada fueron los anuarios por estado (Departamento de Pesca, 1981-1983; Secretaría de Pesca, 1983-1994), los cuales no especifican las especies de Carángidos. Sin embargo, se utilizó la composición porcentual descrita por Rosales-Casián y González-Camacho (2003) para la costa oeste de Baja California. Los intervalos de confianza disminuyeron porque para 1984 se realizó una interpolación para los estados de Sonora y Sinaloa, donde no se encontraron datos. Durante 1995 al 1999, se utilizaron los anuarios por estado (SEMARNAP, 1996-2000) y el porcentaje de la captura específica fue tomada de los avisos de arribo. En el último periodo, de 2000 a 2014, se utilizaron las proporciones por especie y por oficina pesquera de los avisos de arribos, además se confirmaron con diversos estudios cualitativos (Sala et al., 2003; Escobedo-Olvera, 2009; Vázquez-Urtado et al., 2010; Erisman et al., 2010) lo cual produjo una reconstrucción de capturas más robusta. Los avisos de arribo son actualmente la única fuente de información continua con respecto a las capturas de diversas especies. La eficiencia en la captura de los registros, así como la calidad de datos, han mejorado con el tiempo (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2007). Sin embargo, estos registros brindan información solo durante un período corto de tiempo (2000 a 2017). Aunado a esto, también presentan limitaciones, ya que no incluyen una medida del esfuerzo pesquero, pueden contener un número de especies mal identificadas y no realizan correcciones de la captura ilegal, no reportada y no regulada (Cisneros-Montemayor et al., 2013; IMCO, 2013). A pesar de sus limitaciones ya mencionadas, han sido útiles para el análisis de tendencias e indicadores de rendimiento pesquero en diversos estudios (e.g. Ramírez-Rodríguez y Ojeda-Ruíz, 2012; Díaz-Uribe et al., 2013; Arce-Acosta et al., 2015).

En la reconstrucción de capturas no se pudo utilizar ningún reporte de jurel en la pesca deportiva debido a la ausencia de información. Los que realizan esta actividad no tienen la obligación de reportar sus

capturas. En consecuencia, no se tienen estadísticas del volumen extraído por la pesca deportiva. Sin embargo, el jurel es de las especies más importantes en términos de captura y económicos para esta actividad, ya que se realizan torneos de pesca especializados para esta especie (e.g. Bahía de los Ángeles e Isla Cedros en Baja California; Sosa-Nishizaki et al., 2013). El número de pescadores deportivos también puede influir sobre la presión pesquera, no obstante, es desconocido, además que existe un traslapo entre las zonas de pesca comercial y recreativa (CDFG, 2001).

A pesar de esto, la integración de todos los datos, tanto oficiales como estudios cualitativos y cuantitativos, nos dan un mejor reflejo de las tendencias históricas de las pesquerías. La incorporación de datos históricos asegura que no se pierda información útil y se establezcan puntos de referencia que no sobrestimen la abundancia y así, tener la capacidad de sostener poblaciones más productivas a largo plazo (McClenachan et al., 2012).

#### **2.4.2 Producción y esfuerzo de pesca**

El índice de captura por unidad de esfuerzo generalmente se usa como una aproximación de la abundancia. Sin embargo, las formas en que el recurso y los pescadores se distribuyen en el espacio y el tiempo pueden tener impactos considerables. En este estudio, el número de reportes resultó ser la unidad más adecuada de acuerdo con el análisis de residuales y el coeficiente de determinación de la regresión, que permitió sustituir la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) por la captura por unidad de registro (CPUR), como se ha utilizado en estudios anteriores (e.g. Valdez-Ornelas et al., 2008; Erauskin-Extramiana et al., 2017). A diferencia de una CPUE, la CPUR no se asume como un índice de abundancia, sino como un elemento para analizar las tendencias de la actividad pesquera, independientemente de los valores cuantitativos de captura y esfuerzo (Valdez-Ornelas et al., 2008), aunque presenta cierto grado de incertidumbre. Erauskin-Extramiana et al. (2017) mencionan que un aumento en el CPUR, no solo se puede deber a una disminución en la abundancia de la población, sino también, a un mayor cumplimiento de los pescadores con respecto a la necesidad de reportar sus capturas o a medidas de monitoreo más estrictas por parte de las autoridades.

Se han realizado evaluaciones de la pesquería de jurel que la catalogan como en estado de desarrollo a partir de las capturas históricas (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011; SAGARPA, 2010). Sin embargo, estas evaluaciones agrupan a varias especies de Carángidos. Valdez-Ornelas et al. (2008), hacen una

evaluación específicamente para la especie, pero solamente para la región de Bahía de los Ángeles, y considera al jurel como un recurso “sobrepresionado”, siendo el arte (transmallo y línea de mano) y el método de pesca muy efectivos (lance de tendido longitudinal, lance de fondo y encierro). No obstante, en este estudio a pesar de que se ha observado un aumento en las capturas, no se distingue esta misma tendencia para la CPUR, lo cual sugiere que la pesquería no está sobre-pescada. Sin embargo, es necesario hacer una evaluación del estado de la población de forma robusta y con datos pesqueros confiables para confirmar esto.

### **2.4.3 Temporalidad**

Para la costa oeste de Baja California, la captura de jurel se lleva a cabo de mayo a septiembre con las mayores CPUE en julio y agosto (Escobedo-Olvera, 2009). Para Baja California Sur, Cota-Nieto et al. (2018) reportaron que la cooperativa de Punta Abreojos tiene dos picos de captura, generalmente en junio y julio, y que durante otros meses las capturas son relativamente bajas.

La estacionalidad de las capturas en el golfo de California es más marcada que en la costa del Pacífico y puede estar influenciada por la presencia de muchos pescadores comerciales que llegan a realizar viajes de pesca de a lo ancho del Golfo de California, cruzando de una costa a la otra del golfo. Además, los avisos de arribos no siempre son presentados en la oficina de pesca más cercana a los sitios de desembarque. Sin embargo, las temporadas de pesca reportadas en otros estudios concuerdan con las obtenidas a través de los avisos de arribo para la zona. Valdez-Ornelas et al. (2008) reportaron que en Bahía de los Ángeles se pesca durante dos periodos: de mayo a junio y un corto periodo en noviembre. Sosa-Nishizaki et al. (2013) señalaron, para la misma zona, los meses de verano como los principales para la pesca de jurel. Asimismo, Erisman et al. (2010) reportaron que en la costa este de Baja California Sur de marzo a mayo se forman agregaciones que se ven reflejadas en los picos de desembarques para el estado.

El aumento de las capturas en los meses de verano puede deberse a una focalización de los pescadores en las zonas de agregación y, por lo tanto, a una mayor vulnerabilidad a la pesca (Sadovy y Domeier, 2005). Cuando una pesquería se centra sobre agregaciones, se corre el riesgo que la CPUE se mantenga incluso cuando la cantidad real del recurso disminuya, es decir, la relación CPUE-abundancia ya no es proporcional, esto se ha observado para meros y garropas en el golfo de California (Sala et al., 2003) y puede ser el caso

del jurel que, de igual manera, forma agregaciones. Esta condición debe ser tomada en cuenta para la gestión del recurso a futuro (Hilborn y Walters, 1992).

#### **2.4.4 Variabilidad espacial**

En el análisis de densidad de Kernel se observa que la actividad pesquera es consistente a lo largo del año en la costa oeste de la península de Baja California, excepto en el invierno, mientras que en el golfo de California, existe una mayor estacionalidad de las capturas. Baxter (1960) señaló que la pesquería comercial de esta especie ha estado localizada en gran medida al sur de la frontera mexicana, con las mejores capturas realizadas entre isla Cedros y Bahía Magdalena, en la península de Baja California. De igual manera, se han reportado barcos comerciales que viajan desde Ensenada hasta Bahía Tortugas a capturar el recurso (Escobedo-Olvera, 2009). Además, las mayores densidades de las capturas se concentran a lo largo de la costa. Esto concuerda con Baxter (1960) y Crooke (1983), quienes mencionaron que el jurel se distribuye entre las 10 y 20 millas marinas adyacentes a la costa. Allen et al. (2006) describieron al jurel como una especie costero-pelágica.

Al estudiar la dinámica de la flota, es importante considerar cómo se distribuye el esfuerzo en el espacio y tiempo (Seijo et al., 1998). Monroy et al. (2010) utilizaron un método de interpolación de Kriging para observar la variabilidad del esfuerzo de la flota semi-industrial de Campeche. Sin embargo, esta metodología requiere datos continuos y distribución normal que, en el caso de este estudio, no se cumplió. Por lo tanto, se utilizó un análisis de densidad de Kernel, que no requiere una distribución normal de los datos y el cual se ha utilizado cada vez más en la ecología para identificar el uso del hábitat (e.g. Fieberg, 2008; Downs y Horner, 2012; O' Brien et al., 2012) y zonas vulnerables a la pesca (e.g. Kenchington et al., 2014).

Los avisos de arribo presentan limitaciones. Valdez-Leyva (2012) menciona que en ocasiones se anotan como lugares de pesca sitios localizados cerca de la costa o sitios donde se explotan otros recursos. Asimismo, es común que el pescador no sea quien reporte la captura, sino el permisionario, lo cual tiene como consecuencia una falta de precisión en la determinación de las zonas de pesca. Sin embargo, el análisis de variabilidad espacial a partir de los avisos de arribo proporciona una primera aproximación de la distribución espacial y temporal del esfuerzo pesquero, a falta de datos con una mayor resolución, consistencia y precisión (Erisman et al., 2010). Walters y Bonfil (1999) señalan que el esfuerzo pesquero

tiende a concentrarse donde el recurso es más abundante. Por lo tanto, la identificación de las zonas de pesca y sus interacciones con factores biológicos-ecológicos ayudarían a confirmar los patrones de movimiento del recurso y las estrategias de los pescadores, en consecuencia, permitiría obtener un control de las flotas en función de las zonas de agregación o desove (Pauly, 1997).

#### **2.4.5 Valor económico**

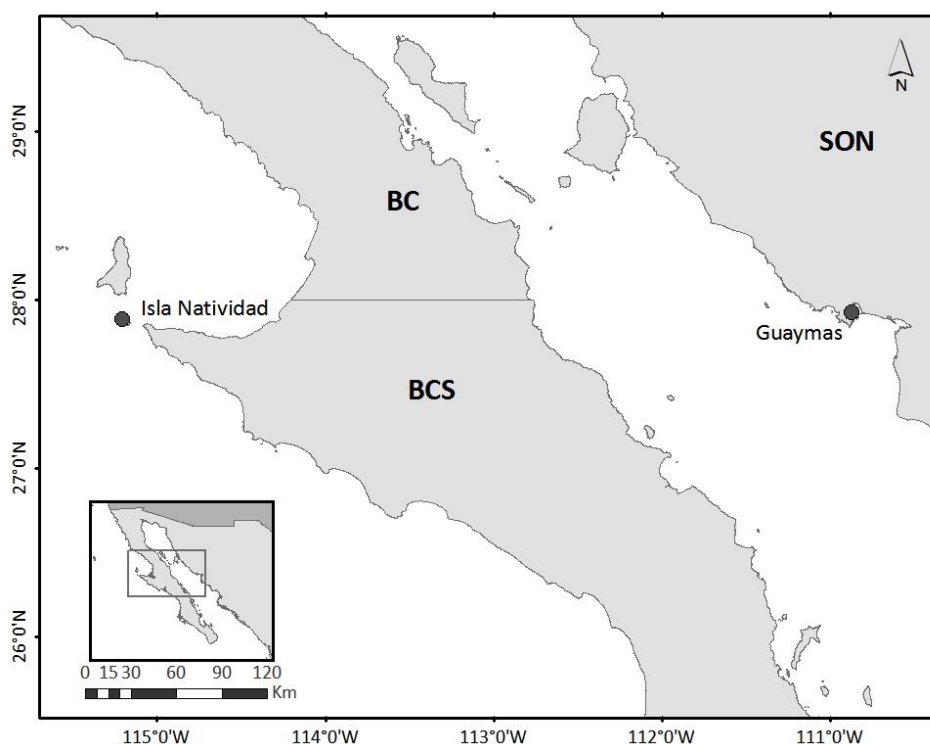
Los precios del pescado pueden fluctuar por muchas razones: escasez, demanda y/o preferencias cambiantes de los consumidores (Kleisner et al., 2012). Si una especie se vuelve escasa y los consumidores siguen demandando el pescado, los precios pueden mantenerse altos y pueden llevar a que los pescadores consideren redituable el pescar una especie de poca abundancia (Pinnegar et al. 2002). Para este estudio, a pesar de las fluctuaciones en las capturas, no existe una correlación con respecto al precio, es decir, el precio del producto no se ve expresado como utilidad marginal.

Al comparar los precios obtenidos a pie de playa y el precio en el mercado, hubo una estabilidad durante el periodo de 2000 a 2014; a partir de este último año, los precios en el mercado incrementaron considerablemente, lo cual no se ve reflejado en la misma proporción en los precios a pie de playa. En el 2014, la cooperativa de Buzos y Pescadores de isla Natividad fue evaluada como “mejor opción” por el MBA-SW, al mismo tiempo, la cooperativa de la Purísima empezó a enlatar jurel para su comercialización. Roheim (2003) menciona que los incentivos de mercado generan impactos en el mercado, como (i) un aumento en los precios; (ii) aumento en la participación de mercados tanto nacionales y extranjeros; y (iii) permite incursionar en nuevos mercados. Estos incentivos de mercado pueden reflejarse en las diferencias de la variabilidad del precio con respecto al último año, 2017, dando un valor agregado al producto no solo a nivel local, también regional, y sobre todo en el estado de Baja California Sur y Baja California. Por lo tanto, los precios del producto pueden estar influenciados, no solo por la oferta y la demanda, sino también, por las preferencias actuales a buscar ‘productos sustentables’ y/o productos alternativos en el mercado (Pinnegar et al., 2006)

## Capítulo 3. Dinámica de la flota en dos comunidades sujetas a incentivos de mercado

### 3.1 Área de estudio

En el noroeste de México se identificaron dos casos de estudio que contaban con incentivos de mercado para la pesca de jurel: isla Natividad (IN) en Baja California Sur y Guaymas (GYM) en Sonora (Figura 9).



**Figura 9.** Ubicación de isla Natividad, Baja California Sur, y Guaymas, Sonora, en el noroeste de México.

#### 3.1.1 Isla Natividad, Baja California

Isla de Natividad está ubicada en las coordenadas  $27^{\circ}51'09''\text{N}$  y  $115^{\circ}10'09''\text{O}$ , cuenta con una extensión de 8,655 km<sup>2</sup> y pertenece al municipio de Mulegé, Baja California Sur. Por otro lado, la isla forma parte de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (INE, 2000). En la isla habitan aproximadamente 500 personas (INEGI, 2011), cuya principal actividad económica es la pesca. La población pesquera activa actual es de aproximadamente 130 personas, donde 83 de ellas participan activamente en la cooperativa pesquera y

tienen acceso a cuotas para las pesquerías de langosta, abulón, caracol de mar y pepino de mar. El tamaño del área de pesca es de 818.13 km<sup>2</sup>, desde el oeste de Punta Eugenia al sureste de Isla Cedros. Así mismo, esta cooperativa cuenta con 22 permisos generales de escama, los cuales incluyen los derechos para la pesca de jurel (MBA-SW, 2014).

### **3.1.2 Guaymas, Sonora**

Heroica Guaymas se ubica en las coordenadas 27°55'06" N y 110°53'56"O, al sureste de Hermosillo. Guaymas es considerado uno de los principales puertos de altura en México, por su volumen anual de producción pesquera. En 2010, en la ciudad habitaban aproximadamente 153, 579 personas, de las cuales cuatro mil eran pescadores (INEGI, 2011). Sin embargo, se desconoce cuántos de ellos son pescadores artesanales. Los pescadores artesanales capturan diversas especies en función de sus posibilidades y de los requerimientos del mercado (Yurkievich y Sánchez, 2016). Entre las principales pesquerías en la región se encuentran la de sardina (industrial) y camarón, tanto de captura industrial y artesanal. También, los pescadores artesanales capturan calamar gigante, pulpo, ostión, jaiba y una variedad de peces de escama.

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Entrevistas**

Con el fin de realizar una caracterización más detallada de la pesquería de jurel, se aplicaron entrevistas a 40 pescadores de dos comunidades: 20 en Guaymas y 20 en isla Natividad. Se llevó a cabo un muestreo tipo bola de nieve (Abascal y Grande, 2005), comenzando con informantes clave que sugirieron a otros pescadores de jurel. Cada entrevista duró 20 minutos en promedio y se basó en un cuestionario semi-estructurado dividido en 6 partes: información socio-demográfica, información sobre la especie objetivo, identificación de especies, zonas de pesca, dinámica de la flota y percepción sobre el proyecto de mejora pesquera (PMP's) en Guaymas o MBA-SFW en isla Natividad (Anexo B). La información obtenida se organizó en porcentajes de opinión por pregunta. Además, se anexo un mapa para localizar las zonas de pesca y de desembarco y se incluyó una guía con fotografías para la identificación de especies del grupo jureles y medregales de importancia comercial, incluyendo las especies registradas en la Carta Nacional

Pesquera (SAGARPA, 2010). También se realizó una estimación de la relación costo-beneficio a partir de la cuasi-renta. La cuasi-renta (QR) es un indicador que motiva al pescador a salir a pescar, mantenerse o cambiar la actividad (Seijo et al., 1998). Este se estimó como la resta de los retornos totales (RT) y los costos de operación (CO) entre el número de pescadores durante el viaje de pesca (Pes):

$$QR = \frac{RT-CO}{Pes} \quad (4)$$

Los retornos totales se estimaron a partir producto del precio (\$) y las capturas totales (kg) percibidas por los pescadores durante la temporada alta y baja de jurel. En cada jornada se invierte principalmente en gasolina, carnada, comida y hielo. Por lo tanto, los costos operativos se estimaron como la suma de estas cuatro variables. Sin embargo, en Natividad no utilizan carnada debido al uso de curricán y el hielo es provisto por la cooperativa, por lo que no fueron considerados en los costos de operación.

Las estimaciones de los retornos, los costos y el número de tripulantes por viaje de pesca se obtuvieron a partir de las entrevistas a pescadores que utilizaban línea como arte de pesca. Las respuestas a las preguntas de la entrevista se definieron como intervalos de valores, de los cuales se obtuvieron el promedio y la desviación estándar y se supuso que todas las variables tienen una distribución normal (Tabla 8). Para generar la distribución de la cuasi-renta, se utilizó el método de simulación Monte Carlo con 10,000 de iteraciones para producir una distribución de frecuencia de todas las posibles estimaciones de los retornos totales y costos operativos para generar la distribución de la cuasi-renta (Bailey et al., 2008).

**Tabla 7.** Parámetros económicos, con media y desviación estándar (DE), de la pesquería de jurel durante la temporada 2017 a partir de entrevistas a pescadores.

Variable	Guaymas		Isla Natividad	
	Media	DE	Media	DE
Precio (pesos)	32.2	7.28	33.9	6.29
Captura (kg)	225.8	74.09	142.9	90.57
Gasolina (pesos)	1003.0	491.35	645.9	206.67
Hielo (pesos)	73.4	40.99	-	-
Carnada (pesos)	223.3	112.92	-	-
Comida (pesos)	121.5	90.10	70.9	33.30
Número de pescadores por viaje	3	-	2	-



### 3.2.2 Análisis de variables

Para comparar la similitud de respuestas entre y dentro de grupos por comunidad e incentivo de mercado, se realizó un análisis de similitud (ANOSIM) con base en distancias de Jaccard utilizando permutaciones ( $n=1,000,000$ ) con el paquete *vegan* en el software R (versión 3.5.1). Como método de ordenación se utilizó un escalamiento multidimensional no paramétrico (nMDS). Estos enfoques multivariados permiten analizar muchas variables simultáneamente sin ejecutar comparaciones múltiples (e.g. Hoshino et al., 2017; Gehrig et al., 2018).

Posteriormente, para identificar las variables más importantes, se utilizaron modelos múltiples con el paquete *MuMIn*. Se ajustó un modelo para cada variable dependiente utilizando las variables independientes (Tabla 9), las cuales fueron estandarizadas. Las variables con correlaciones de Pearson ( $r$ ) mayores a 0.5 se excluyeron. El modelo de mejor ajuste se seleccionó de acuerdo con el criterio de información de Akaike ( $AIC_c$ ) modificado para muestras pequeñas (Symonds y Moussalli, 2011). El subconjunto de modelos de mejor ajuste ( $\Delta AIC_c < 1$ ), se utilizó para promediar el modelo ponderado para estimar los coeficientes y los errores estándar.

Los valores de importancia relativa (VIR) se calcularon para cada variable dependiente; estos constituyen la suma de los pesos  $AIC_c$  de todos los modelos en el subconjunto en el que se produce la variable dependiente. Por lo tanto, los VIR varían de 0 (las variables independientes no aparecen en ninguno de los modelos de mejor ajuste) a 1 (las variables independientes aparecen en todos los modelos de mejor ajuste) y representa la importancia de una variable independiente para modelar una variable dependiente específica, pero no el tamaño de un efecto. Se estimaron regresiones lineales, con el paquete *nnet*, para las variables dependientes.

**Tabla 8.** Descripción de variables dependientes e independientes de Guaymas e isla Natividad.

<b>Variable</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<i>Variables dependientes</i>		
Captura	Continua	En kilogramos
Precio	Continua	En pesos
Ingresos	Continua	En \$/viaje de pesca
<i>Variables independientes</i>		
Edad	Continua	En años
Educación	Continua	Años de educación
Dependientes	Continua	Número de personas dependientes
Experiencia pescando	Continua	Años de trabajando en la pesca
Ingreso alternativo	Binaria	Si tiene otra fuente de ingreso (1) o no (0)
Acompañantes	Continua	Número de acompañantes en el viaje de pesca
Radio	Binaria	Si tiene radio en la embarcación (1) o no (0)
GPS	Binaria	Si tiene GPS (1) o no (0)
Sonda	Binaria	Si tiene sonda (1) o no (0)
Hielo	Binaria	Si utiliza hielo (1) o no (0)
Eslora	Continua	En pies
Motor	Continua	En caballos de fuerza (HP)
Gasolina	Continua	En litros
Horas efectivas	Continua	Horas pescando jurel
Tratamiento	Binaria	Si le dan algún tratamiento post-captura (e.g. Ikijime) (1) o no (0)
Venta	Binaria	Si lo vende fileteado (1) o entero (0)
Propietario de panga	Binaria	Si es propietario (1) o no (0)
Miembro de cooperativa	Binaria	Si pertenece a una cooperativa (1) o no (0)
Arte de pesca	Binaria	Si pesca con línea (1) o red (0)
Incentivo de mercado	Binaria	Si pertenece a alguno (1) o no (0)
Comunidad	Binaria	Si vive en Guaymas (1) o isla Natividad (0)

### 3.3 Resultados

#### 3.3.1 Caracterización de la flota

La información obtenida a través de las entrevistas muestra que los pescadores de jurel en Guaymas son personas adultas, con una edad promedio de  $47.6 \pm 13.98$  años y la mayoría de las personas encuestadas tienen entre 31 y 50 años de experiencia pescando. No hubo diferencias significativas entre la edad y los años pescando jurel (KW  $\chi^2 = 0.085593$ , gl = 1, p = 0.7699).

En isla Natividad, la edad promedio es de  $38.5 \pm 8.68$  años, y la mayoría de los pescadores tienen entre 11 y 30 años de experiencia. Sin embargo, en particular para la pesca de jurel, el 95% mencionó que tiene menos de 10 años pescando este recurso y solo el 5% de los entrevistados tiene entre 11 y 20 años. Se encontraron diferencias significativas entre los años de experiencia de participación en la pesca y los años pescando jurel ( $KW \chi^2 = 21.75$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 3.106e-06$ ). Varios pescadores mencionaron que empezaron a pescar jurel para su comercialización a partir de la entrada de la relación con Smartfish, y que anteriormente la mayoría de la captura era de subsistencia.

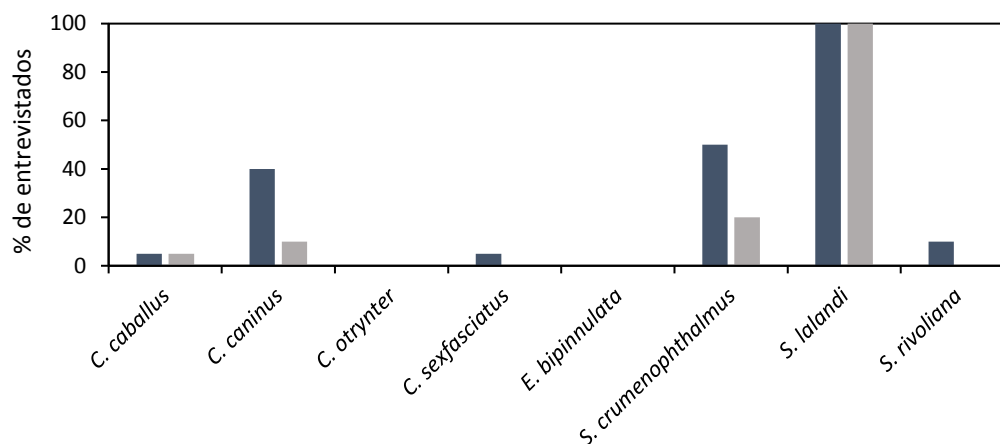
Los pescadores con los niveles de educación más bajos se identificaron en Guaymas, en donde el 40% tiene una escolaridad de secundaria, mientras que los pescadores de isla Natividad cuentan con un nivel educativo más alto, donde el 45% de los entrevistados había completado la preparatoria. Sin embargo, estadísticamente no se encontraron diferencias en el nivel educativo entre las comunidades ( $KW \chi^2 = 2.2199$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.1362$ ). Son pocos los pescadores que tienen una segunda fuente de ingresos (10% para cada localidad). Los medios de vida alternativos incluyen actividades como guía de buceo, ecoturismo o mantenimiento de casas.

**Tabla 9.** Resumen de las características socioeconómicas de Guaymas e isla Natividad a partir de entrevistas.

	<b>Categoría</b>	<b>Guaymas</b>	<b>Isla Natividad</b>
Edad (años)		$47.6 \pm 13.98$	$38.5 \pm 8.68$
Años de experiencia (%)	0-10	15	20
	11-20	10	45
	21-30	15	25
	31-40	35	10
	>40	25	0
	>50	5	0
Años pescando jurel (%)	0-10	15	95
	11-20	10	5
	21-30	20	0
	31-40	35	0
	41-50	15	0
	>50	5	0
Otra fuente de ingreso (%)	Si	10	10
	No	90	90
Escolaridad (%)	NF	5	0
	Primaria	20	10
	Secundaria	40	35
	Preparatoria	30	45
	Otro	5	10

\* NF = Educación no formal.

En la parte de la entrevista que consistía en identificar las especies del grupo “jureles”, e. 100% de los pescadores reconocieron como jurel a *S. lalandi*. Otra especie identificada en las dos comunidades fue *S. crumenophthalmus*, conocido como ojudo, sardinero o charrito. Sin embargo, esta especie es utilizada como carnada para capturar otros recursos y no se registra en los avisos de arribo. En el caso de *C. caballus*, *C. sexfasciatus* y *C. caninus* a pesar de ser capturadas, los pescadores mencionaron que no son especies comerciales; *C. caninus*, es considerada como una especie de descarte y escasa. *C. otrynter* y *E. bipinnulata* no fueron reconocidas por los pescadores entrevistados (Figura 10).



**Figura 10.** Especies del grupo “jureles” identificadas por pescadores en Guaymas (azul) e isla Natividad (gris).

Para la comercialización del producto existen diferencias muy marcadas entre las dos comunidades estudiadas (Tabla 10). En Guaymas, los pescadores venden el producto entero y solamente lo colocan en hielo después de capturarlo. Por lo general, entregan el producto a su cooperativa o a un intermediario, quien comercializa el producto tanto en el mercado local como extranjero. Cuando se entrevistaron a los permisionarios o líderes de la cooperativa, ellos mencionaron que el jurel es un producto de alto valor en Estados Unidos. Sin embargo, la mayoría de los entrevistados (55%) no han notado un cambio en el precio del producto en los últimos años. En contraste, en isla Natividad, con la entrada de Smartfish los pescadores han asistido a talleres de capacitación con el fin de aprender a dar un tratamiento post-captura para obtener una mayor calidad (por ejemplo, utilizando el método de Ikijime para sacrificar a los peces). Esto ha resultado en un valor agregado al producto, el cual se ve reflejado en la percepción económica del 75% de los pescadores entrevistados, con un aumento en el precio de  $22.6 \pm 7.42$  pesos. Las entrevistas indicaron que el jurel se comercializa dentro del país, cubriendo principalmente la demanda de supermercados y restaurantes en Ensenada, B. C., La Paz y Los Cabos en B. C. S., y en la Ciudad de México.

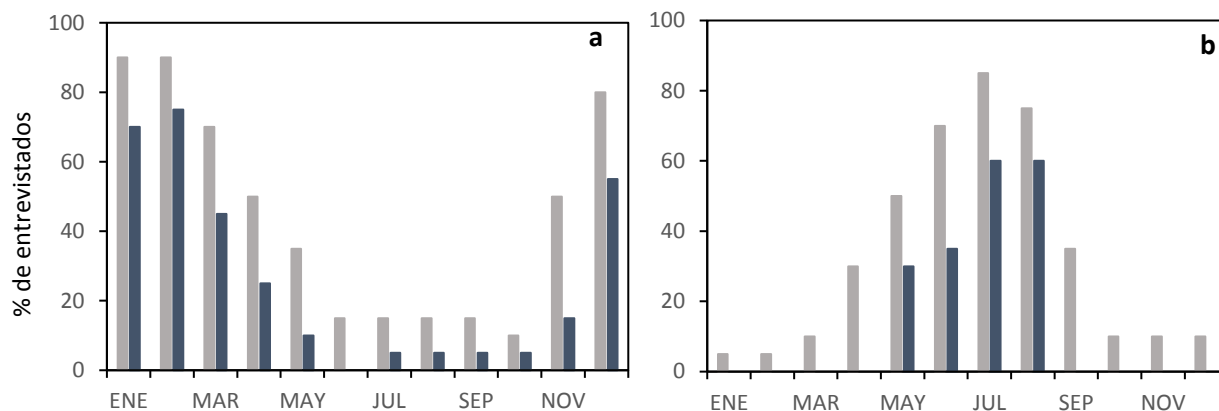
Entre las comunidades, no existen diferencias en el precio más bajo a pie de playa ( $KW x^1 = 0.062671$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.8023$ ). Sin embargo, respecto al precio más alto, existen diferencias altamente significativas ( $KW x^1 = 11.645$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.0006438$ ), el cual es más alto en isla Natividad. Por otra parte, el promedio del ingreso per cápita durante la temporada de jurel fue más alto en Isla Natividad con 26,531.25 \$/mes, mientras que en Guaymas fue de 8,966.0 \$/mes. Se obtuvieron diferencias significativas en la cantidad de ingresos entre las comunidades ( $KW x^2 = 21.918$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 2.846e-06$ ).

**Tabla 10.** Caracterización de la comercialización de jurel en Guaymas e isla Natividad a partir de entrevistas.

	<b>Categoría</b>	<b>Guaymas</b>	<b>Isla Natividad</b>
Captura (kg mes <sup>-1</sup> )	Temporada alta	827.5 ± 1274.18	659.5 ± 1333.67
	Temporada baja	81.5 ± 217.93	164.7 ± 458.87
Tratamiento post-captura (%)	Ikijime	0	90
	Hielo	95	10
	Ninguno	5	0
¿Cómo vende el producto? (%)	Entero	100	40
	Eviscerado	0	60
¿A quién se lo vende? (%)	Exportación	5	0
	Cooperativa	75	95
	Restaurante	15	0
	Intermediario	20	0
	Consumo familiar	0	40
Destino final (%)	Nacional	60	95
	Internacional	50	15
	NC	15	20
Precio (\$ kg <sup>-1</sup> )	Más alto	39.8 ± 8.64	47.2 ± 8.23
	Más bajo	24.9 ± 7.41	23.9 ± 8.17
¿Variación del precio? (%)	Aumento	30	75
	Disminuyo	15	0
	Sin cambios	55	15
	NC	0	10

\* NC = No contesto

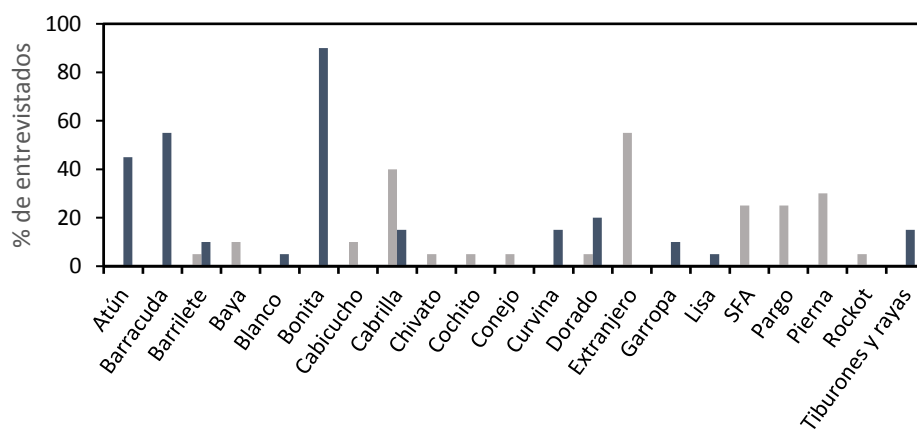
Las temporadas de pesca varían según la localidad (Figura 11). En Guaymas, la temporada alta es de diciembre a marzo, principalmente, y en promedio se capturan 827.5 ± 1274.18 kg mes<sup>-1</sup>. En isla Natividad, la temporada principal de jurel es de mayo a agosto, en la cual llegan a capturar 659.5 ± 1333.67 kg mes<sup>-1</sup> en promedio. Existen diferencias en la captura entre las dos comunidades en la temporada alta ( $KW x^1 = 3.9147$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.04787$ ) y baja ( $KW x^1 = 4.1745$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.04104$ ).



**Figura 11.** Meses totales (gris) y principales (azul) de pesca de jurel según entrevistas a pescadores en a) Guaymas e b) isla Natividad.

Las artes de pesca son diferentes entre sitios. En Guaymas, el 95% de los pescadores utilizan piola con 1 a 3 anzuelos con carnada y sólo el 5% utilizan chinchorro recto de 700 m y 7.5" de abertura de malla. En cambio, en isla Natividad el 80% utiliza curricán con un anzuelo, el 10% chinchorro (a la deriva) y el otro 10% ambas artes de pesca. En esta comunidad el chinchorro varía en longitud, de 500 a 1800 m y de 6 a 6.5" de abertura de malla.

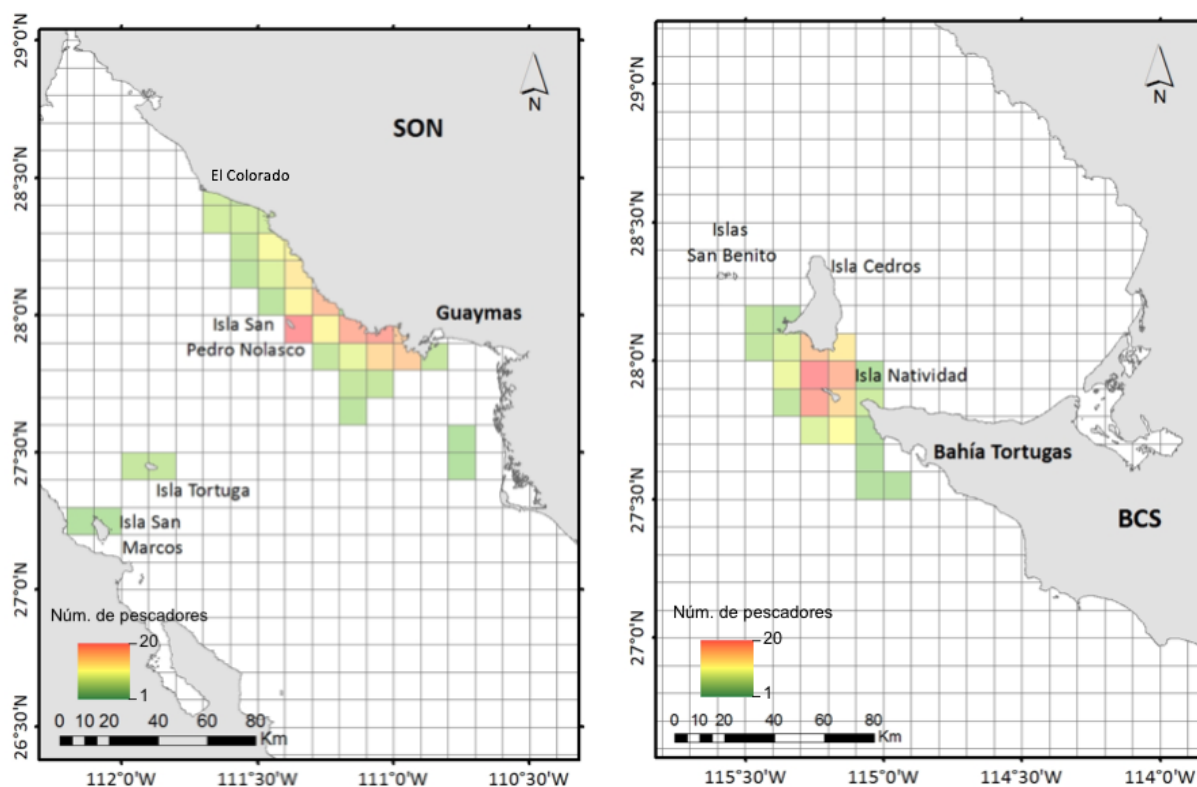
En las entrevistas se identificaron 22 grupos como fauna de acompañamiento, y estos varían entre comunidades. Los recursos más mencionados en Guaymas fueron el extranjero (55%), la cabrilla (40%) y la pierna (30%), y solo el 25% de los pescadores indicaron que no captura otra especie en la pesca de jurel (SFA). En isla Natividad, se mencionaron el bonito (90%), el barrilete (55%) y el atún (45%), así como el angelito (10%), la guitarra (5%) y el mako (5%) en el grupo de tiburones y rayas (Figura 12).



**Figura 12.** Fauna de acompañamiento de jurel en Guaymas (azul) e isla Natividad (gris) con base en entrevistas a pescadores.

En Guaymas, se identificaron tres zonas de desembarque: Miramar, El Mero y La Manga, en donde se tuvo oportunidad de localizar a los pescadores de jurel. A pesar de que la mayoría mencionan que recorren toda la costa desde Guaymas hasta El Colorado, las principales zonas de pesca reconocidas por los pescadores fueron Isla San Pedro Nolasco (95%) y San Carlos (85%), mientras que las zonas de pesca más alejadas de pesca fueron isla Tortuga y San Marcos (15%) e isla San Pedro Mártir (10%), aunque esta última no estuvo indicada en el mapa que se incluyó en la entrevista (Figura 13).

En isla Natividad, a diferencia de Guaymas, los pescadores recorren distancias muy cortas y aledañas a la isla, principalmente en la parte norte (el 85% de los entrevistados) y en la costa oeste (Babencho; 75%). Las zonas de pesca más alejadas de pesca se ubican frente a Bahía de Tortugas y la costa oeste de isla Cedros (10% de los entrevistados indicaron alguno de los sitios). Cabe señalar que los pescadores que mencionaron estas zonas utilizan redes aboyadas, las cuales se dejan toda la noche y son arrastrados por la corriente a estas zonas apartadas.

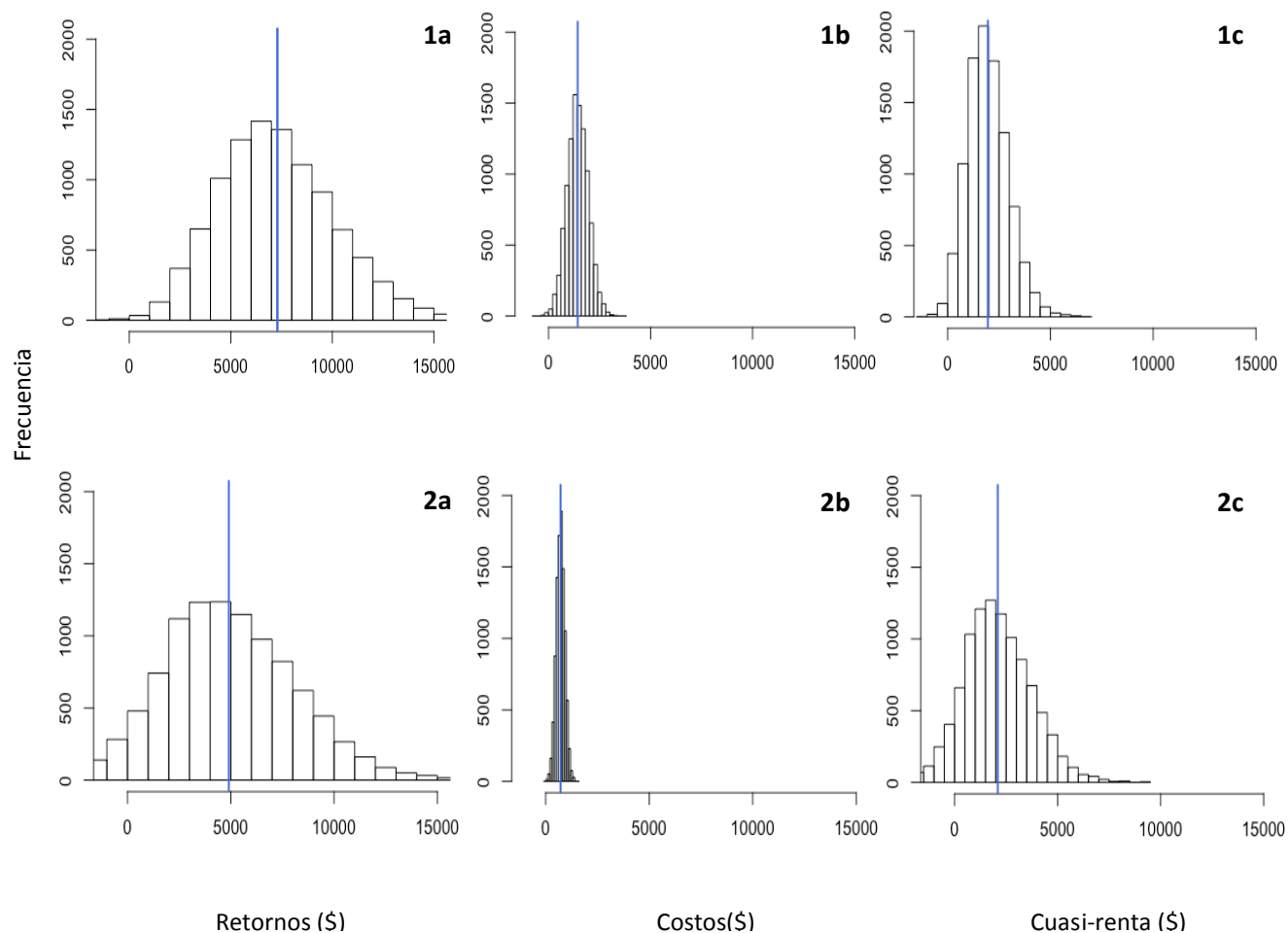


**Figura 13.** Zonas de pesca identificadas en la región de a) Guaymas e b) Isla Natividad con base en entrevistas a pescadores.

Con respecto a la flota pesquera, las características de las embarcaciones son similares entre comunidades, con base en su longitud (IN=22-27"; GYM=18-27"), capacidad (IN=400-4000 kg; GYM=200-2000 kg) y motor (IN=60, 90, 115; GYM=75, 90, 115). La mayoría de los pescadores en Guaymas se organizan en sociedades cooperativas (7 identificadas): el 15% son permisionarios y el 70% son miembros de alguna de las cooperativas. Sin embargo, también se incluyen otros esquemas de organización, como los pescadores independientes (15%). Durante la temporada de pesca en Guaymas, suelen participar por lo general tres tripulantes por viaje de pesca. En isla Natividad, solo se identificó una cooperativa, a la cual pertenecían las 20 personas entrevistadas. En esta comunidad, antes de la temporada, se estructuran los equipos de pesca que, por lo general consisten en 2 pescadores por embarcación. En cuanto al tiempo de jornada (IN= 7.52 hrs; GYM=7.15 hrs) no existen diferencias significativas entre las dos comunidades ( $KW \chi^2 = 6.7907$ ,  $gl = 1$ ,  $p = 0.009163$ ). Sin embargo, si existieron diferencias significativas en el tiempo efectivo de pesca (ANOVA  $gl = 1$ ,  $F = 7.32$ ,  $Pr(>F) = 0.0101$ ), el cual es mayor en Guaymas ( $7.9 \pm 2.8$  hrs) que en isla Natividad ( $5.7 \pm 2.63$  hrs).



La cuasi-renta estimada fue similar entre las comunidades ( $2,093.8 \pm 1,633.21$  pesos en isla Natividad y  $1,956.7 \pm 990.38$  pesos en Guaymas). No obstante, los costos operativos en Guaymas ( $1,425.8 \pm 210.31$  pesos) son mayores que en isla Natividad ( $717.0 \pm 207.01$  pesos), debido a que en isla Natividad el hielo es provisto por la cooperativa y no utilizan carnada. Sin embargo, esto contrasta con los retornos los cuales cambian de proporción ( $4,904.6 \pm 3,258.37$  y  $7,295.9 \pm 2,922.78$  pesos en isla Natividad y Guaymas, respectivamente; Figura 14).



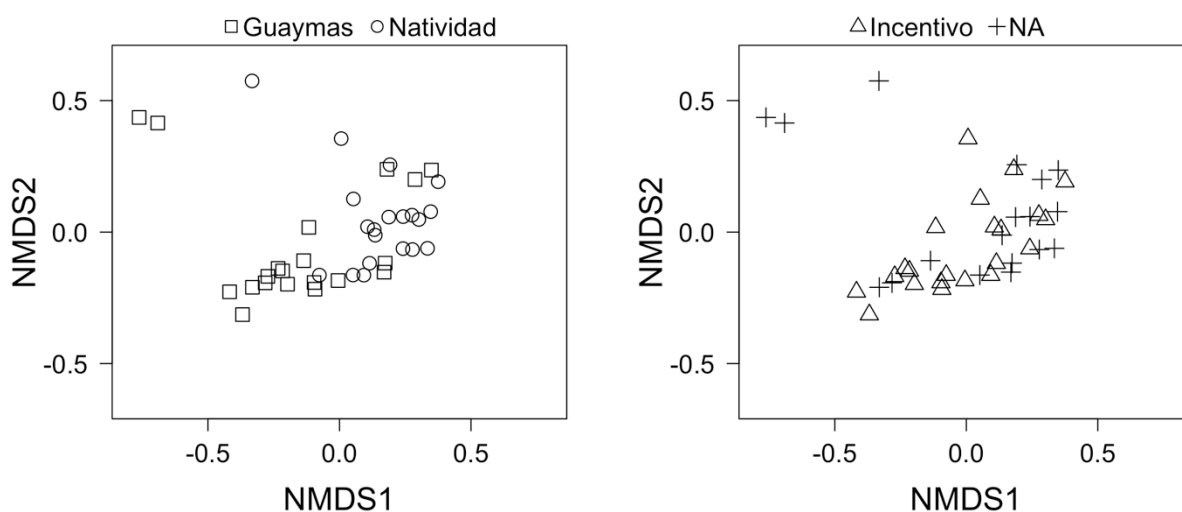
**Figura 14.** Simulación de Monte Carlo para a) retornos, b) costos y c) cuasi-renta en 1) isla Natividad y 2) Guaymas (la línea azul indica el promedio de las distribuciones).

Los pescadores de Guaymas (65%) indicaron que existe una problemática a partir de la interacción con diversas flotas, principalmente con los sardineros de la pesca industrial. Otro de los problemas es el pago del producto (según el 50% de los entrevistados), ya que el permisionario o el intermediario es el que elige

el precio y muchas veces el producto tiene un precio más bajo del que ellos consideran deben recibir. La legislación y el manejo (45%) y los lobos marinos (25%) son otros de los problemas mencionados. En isla Natividad, el 75% de los entrevistados indicaron que no hay ningún problema en la pesquería de jurel. El 20% señaló problemas con la interacción de flotas pesqueras, reconociendo que llegan otras cooperativas a sus zonas de pesca, mientras que el manejo y el precio fueron considerados como problemas secundarios (según el 5% de los entrevistados para ambas comunidades).

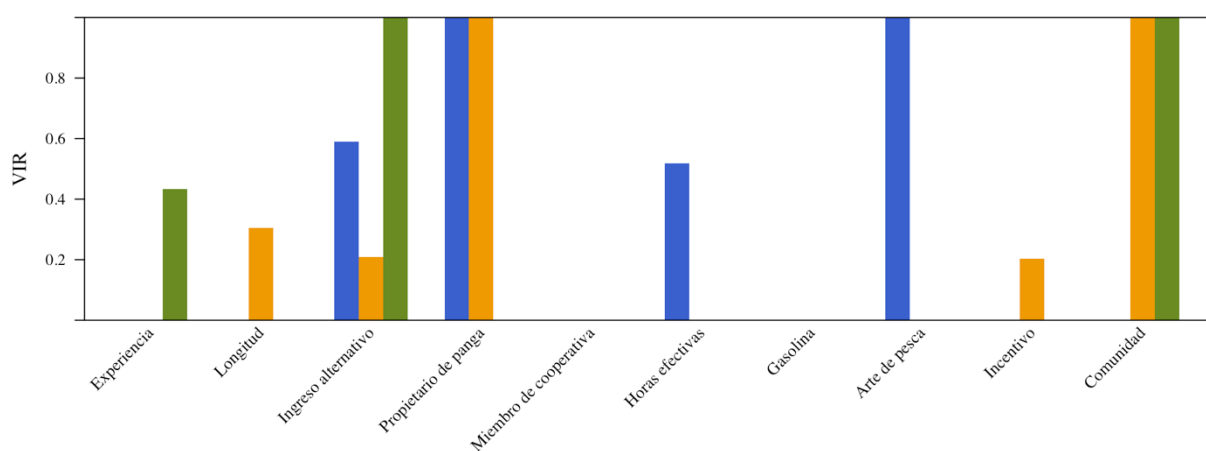
### 3.3.2 Dinámica de la flota

El análisis de similitud (ANOSIM) indicó diferencias significativas en las respuestas cuando se agruparon por comunidad ( $R = 0.339$ ,  $p < 0.0001$ ), pero no cuando se agruparon por incentivo ( $R = 0.070$ ,  $p = 0.056$ ). Por lo tanto, existe una mayor dispersión de los valores en el nMDS cuando se considera a cada comunidad a diferencia de los grupos por incentivo de mercado (Figura 15).



**Figura 15.** Escalamiento multidimensional no métrico (nMDS) por comunidad (izquierda) e incentivo de mercado (derecha).

Los valores de importancia relativa sugieren que la comunidad es la variable más importante tanto en el precio (VIR = 1.00) como para los ingresos (VIR = 1.00), mientras que los incentivos tienen muy poca importancia sobre el precio (VIR = 0.20) y nula importancia sobre la captura y los ingresos. En el caso de la captura, la variable del arte de pesca es la de mayor importancia en el modelo (VIR = 1.00). Además de las variables grupales que contribuyen a los modelos, hubo una relación de las características socioeconómicas y tecnológicas. El ingreso alternativo contribuyó a la captura (VIR = 0.59), al precio (VIR = 0.21) y a los ingresos (VIR = 1.00) por otra parte, el ser propietario de una embarcación (por lo general, estos suelen ser los permisionarios o intermediarios) fue importante para la captura (VIR = 1.00) y el precio del producto (VIR = 1.00; Figura 16).



**Figura 16.** Valores de Importancia Relativa (VIR) para las variables independientes de acuerdo al subconjunto de modelos de mejor ajuste para captura (azul), precio (naranja) e ingresos (verde).

Los factores socioeconómicos, como la experiencia en la pesca y con el hecho de contar con un ingreso alternativo, contribuyen con los ingresos. Por otro lado, la captura y el precio están más relacionadas con el ingreso alternativo y ser propietario de una embarcación. También, las horas efectivas contribuyen al modelo de la variable captura, mientras que la eslora contribuye al modelo de la variable precio (Tabla 11; Anexo C).

**Tabla 11.** Coeficientes (con desviación estándar) para cada variable en el subconjunto de modelos  $\Delta AIC_c < 1$ .

	<b>Captura</b>	<b>Precio</b>	<b>Ingresos</b>
Intercepto	2015.4 (438.52)	35.6 (1.67)	1410.9 (158.69)
Experiencia			-159.7 (119.02)
Ingreso alternativo	566.8 (326.12)	4.4 (3.35)	919.3 (348.89)
Propietario de panga	-793.8 (391.73)	10.4 (4.03)	
Miembro de cooperativa			
Eslora		1.6 (1.00)	
Horas efectivas	-180.6 (113.99)		
Gasolina	449.1 (109.52)		
Arte de pesca	-1685.3 (438.95)		
Incentivo		-2.7 (2.09)	
Comunidad		-4.6 (2.10)	-748.6 (232.05)

\* No se reportan los coeficientes para los predictores con baja importancia ( $VIR < 0.25$ ).

### 3.4 Discusión

#### 3.4.1 Caracterización de la flota

Tanto la infraestructura de las embarcaciones como el flujo de información entre los capitanes de las embarcaciones influyen sobre la captura del recurso (Dreyfus-León et. al., 2011). En la comunidad de Guaymas e isla Natividad cuentan con embarcaciones similares en el tamaño, la capacidad y la potencia del motor, y no se encontraron diferencias significativas en el tiempo promedio de la jornada por comunidad. Esto puede significar que la captura depende más de factores sociales (e. g. experiencia de pesca) y no de la tecnología (Salas, 2000). Por ejemplo, en Guaymas predominan los pescadores experimentados, lo que muestra que la tradición de dedicarse a la pesca de jurel abarca décadas. Sin embargo, se encontraron diferencias en el tiempo de pesca efectivo, esto puede deberse a que en Guaymas los pescadores llegan a viajar distancias más largas. A pesar de que el tiempo efectivo de pesca es mayor en Guaymas ( $7.9 \pm 2.8$  hrs) a diferencia de isla Natividad ( $5.7 \pm 2.63$  hrs), las capturas son mayores que en Guaymas, por lo tanto, también puede deberse a la disponibilidad del recurso. Tanto en Guaymas como en Natividad, los pescadores mencionaron que la pesca de jurel depende de sus patrones de migración y de la profundidad en que se encuentren. Según la temporada, los jureles pueden encontrarse a mayor profundidad o cerca de la superficie (“aboyado”), por lo que los pescadores cambian su estrategia de pesca según sea el caso.

De acuerdo a Hilborn (1992) es importante considerar la respuesta de la flota ante distintas presiones sociales, biológicas, tecnológicas o de mercado. En Guaymas, los pescadores consideran que sus capturas son pagadas a un precio muy bajo por los intermediarios, que hay una escasez del recurso debido a la sobreexplotación por otras flotas pesqueras y que es difícil acceder a la carnada, principalmente sardina, ya que los sardineros no les venden este insumo. Esta situación también ha sido reportada por Yurkievich y Sánchez (2016). A pesar de ser parte de un proyecto de mejora pesquera, los pescadores de Guaymas no estaban familiarizados con el proyecto, con excepción del permisionario, quien señaló que una de las razones para unirse a este proyecto fue para replicar el modelo de isla Natividad y lograr mejorar el precio del producto. Comúnmente, los pescadores tienen información de mercado limitada, y como no tienen los medios para procesar, transportar y distribuir sus productos, dependen en gran medida de los intermediarios (Salas, 2000).

De igual manera, en isla Natividad, solo el 40% de los pescadores conocen el programa de SFW-MBA, pero reconocen que la entrada de Smartfish ha propiciado una mejor calidad y precio del producto, además de una mayor generación de empleos, tanto directos como indirectos. Los pescadores mencionaron que Smartfish les ha enseñado a partir de cursos y talleres darle un mejor tratamiento al producto (Ikijame), a aplicar medidas de higiene e iniciar la cadena de frío desde su captura. Muchos de los pescadores de esta comunidad han empezado a reproducir estas medidas a otros recursos. Además, se han establecido una serie de restricciones para contribuir a la sustentabilidad del recurso, como una talla mínima de captura de 580 mm y cuotas de captura de dos hieleras de 75 kg por panga. No obstante, solo una pequeña porción de la producción de jurel se vende a través de SmartFish, la cual equivale a tres de 90 t (Espinosa-Romero et al., 2017).

El sistema de cuotas de captura en isla Natividad se ve reflejado en los retornos obtenidos a través de las simulaciones de Monte Carlo. Sin embargo, cuando se estima la cuasi renta, ésta es mayor en esta comunidad para el pescador debido a que los costos operativos son absorbidos por la cooperativa, a diferencia de Guaymas. La cuasi-renta da una aproximación de los beneficios generados por la actividad en las jornadas de pesca, no obstante, no proporciona información sobre los beneficios totales al no considerar los costos fijos (e.g. mantenimiento de embarcaciones, arte de pesca, motores). A pesar de que durante la entrevista se preguntaron estos conceptos, muchos pescadores no conocían esta información, ya que en la mayoría de los casos los dueños de las embarcaciones son los que se encargan de estos asuntos administrativos y logísticos. Es importante considerar que los pescadores capturan jurel durante una temporada y a lo largo del año la pesca es dirigida a otras especies, y que los costos fijos se distribuyen entre estas pesquerías.

La estimación de la cuasi-renta por pescador en isla Natividad ( $2,093.8 \pm 1,633.21$  pesos) y en Guaymas ( $1,956.7 \pm 990.38$  pesos) indican que la pesca del jurel puede resultar en una mejor alternativa que un empleo con un salario mínimo ( $88.36 \text{ \$ día}^{-1}$  en 2018) (Salas et al., 2012). Esta situación puede ser un incentivo que ha atraído la participación de más personas en esta pesquería. Si bien se puede observar que la pesquería es rentable y que, actualmente operan con bajo capital y de forma selectiva, es fácil imaginar que el esfuerzo podría continuar aumentando en el futuro, sobre todo si disminuye la abundancia de las especies con mayor importancia económica (Branch et al., 2006). Zeller et al. (2006) destacan la necesidad de contar con mejores estadísticas de captura e información de los ingresos de las pesquerías de pequeña escala, ya que estos pescadores contribuyen sustancialmente al producto interno bruto (PIB) y a menudo se ignora la importancia de su actividad.

A partir de simulaciones de Monte Carlo, estimación de la cuasi-renta sirve como una aproximación para estimar la rentabilidad de la pesquería a corto plazo (por viaje de pesca). Un proceso de entrevista más riguroso y continuo serviría para evaluar mejor la rentabilidad a largo plazo incluyendo la inversión y los costos fijos (e.g. mantenimiento de artes de pesca y de la embarcación). No obstante, los resultados contribuyen a un entendimiento inicial de los patrones de operación y del comportamiento de los pescadores que participan en la pesquería. El estimador de la cuasi-renta es un indicador del porqué los pescadores se mantienen en esta pesquería ya que, si los viajes de pesca se compensan por los costos, el pescador seguirá teniendo un incentivo, de otra manera buscarían una actividad complementaria o substitutiva (Seijo et al., 1998).

Las entrevistas se han utilizado ampliamente con el fin de enriquecer la información pesquera, desde datos biológicos hasta los modos de operación (Hall y Close, 2007), aunque no hay un método uniforme para su elaboración. En este trabajo, se utilizó un muestreo tipo bola de nieve, principalmente porque no se tenían antecedentes sobre la cantidad de pescadores dedicados a la pesca de jurel en Guaymas. Por lo tanto, se identificaron a los permisionarios o líderes de las cooperativas, como puntos de referencia, y se les pidió los nombres de pescadores dedicados a la actividad. Una desventaja de este método es que las encuestas realizadas no garantizan la representatividad de la población total de pescadores. Aun así, existe una congruencia en las respuestas obtenidas con estudios anteriores acerca de las temporadas de pesca, los métodos de pesca y la importancia económica (Gastélum-Nava et al., 2016; Cota-Nieto et al., 2018).

### 3.4.2 Dinámica de la flota

El comportamiento grupal puede ser esencial en la formación de actitudes e interpretaciones en la gobernanza (Beyerl et al., 2016), incluso cuando se tienen en cuenta las características socioeconómicas individuales (Chaigneau y Daw, 2015). Las comunidades adoptan procesos emergentes que son difíciles de medir a nivel individual (e. g. instituciones y aprendizaje social), o que también pueden ser el resultado de factores ambientales. Un reflejo de esto, son las respuestas obtenidas de los pescadores sobre los problemas en la pesquería: en Guaymas, los pescadores (65%) mencionaron que su problema principal es a partir de la interacción con flotas sardineras, mientras que en isla Natividad la mayoría (75%) indicaron que no existía ningún problema en la pesquería de jurel. Esto puede deberse a que en Guaymas no existen concesiones sobre las zonas de pesca a diferencia de isla Natividad (Álvarez et al., 2018). En este contexto, las diferencias institucionales (e. g. prácticas de comercialización y organización) son notables entre las comunidades estudiadas.

Tomando en cuenta las limitaciones de este estudio con respecto al tamaño de muestra pequeño logrado en las entrevistas (20 por localidad), el incremento en el número de variables independientes y en el número de pescadores podría reducir la heterogeneidad de las respuestas entre y dentro de los grupos. También es necesario considerar los distintos artes de pesca, en este estudio sólo se contó con información de tres pescadores que utilizaban redes como arte de pesca. Sin embargo, Gastélum-Nava et al. (2016) observaron que el arte de pesca tiene una repercusión importante sobre el precio de compra del producto, por ejemplo, la captura obtenida con artes de pesca como la piola o curricán, suelen tener un mayor precio, mientras que aquellos que provienen de redes de cerco y agalleras tienen precios más bajos. Esto podría ser debido a que la carne del jurel resulta menos maltratada con piola o curricán, y por lo tanto de mayor calidad, lo cual podría impactar tanto en la producción como en los ingresos entre los grupos.

Estos mecanismos promueven pesquerías económicamente exitosas con menor impacto ecológico, maximizan las ganancias pescando de manera eficiente, y aumentan la calidad del producto y el precio que reciben (Hilborn et al., 2005). Sin embargo, Espinosa-Romero et al. (2017) mencionan que los incentivos o certificaciones pueden no proporcionar beneficios económicos, aunque pueden traer beneficios que se reflejarán en las estructuras de gobernanza, como procesos más incluyentes, transparentes y de colaboración. Es necesario hacer un seguimiento continuo de las operaciones pesqueras, ya sea a partir del uso de bitácoras más detalladas o de la percepción de los pescadores, para coadyuvar a que se consoliden mejores prácticas y que estas se perpetúen en las comunidades.

## Capítulo 4. Conclusiones

---

La serie de capturas de jurel reportados en los avisos de arribo en el noroeste de México muestran un aumento significativo durante el periodo de 2000 y 2017 sin embargo, no se distingue esta misma tendencia para la captura por unidad de registro (CPUR) ni para el índice de captura, lo cual sugiere que la pesquería no está sobre-pescada. Los datos de los registros oficiales de pesca permiten observar tendencias y cambios en la pesquería, pero se deben de considerar las limitantes y fuentes de error asociados. Es necesario hacer una evaluación del estado de la población de forma exhaustiva y robusta utilizando datos más precisos y confiables.

Las zonas con mayores capturas de jurel fueron Bahía Tortugas, Bahía de los Ángeles, Villa de Jesús María y Ensenada. Las temporadas de pesca varían de acuerdo a la región: para la costa oeste de la península las capturas se incrementan en el verano (junio a septiembre), mientras que en la costa del golfo de California son menos consistentes. Esta variabilidad puede deberse a una focalización de los pescadores en las zonas de agregación y, por lo tanto, a una mayor vulnerabilidad a la pesca.

La estimación de la cuasi-renta por pescador en isla Natividad y en Guaymas indican que es similar y rentable en las dos comunidades. Esta situación puede ser un incentivo que ha atraído una mayor participación en esta pesquería. A partir de esta condición, se pueden monitorear a través de tiempo los factores socio-económicos y, en conjunto con la dinámica de la especie, gestionar la pesquería de una manera sostenible.

La estructura organizativa de la comunidad influye tanto en los ingresos como en el precio del producto, mientras que la captura está más relacionada con el arte de pesca. Los incentivos de mercado son de poca importancia o nula en las tres variables de respuesta (los ingresos, la captura y el precio). Estas tres variables también se ven influenciados por factores sociales (otras fuentes de ingreso y la experiencia en la pesca) y factores tecnológicos (longitud de la embarcación, horas de pesca y gasolina). Esto es relevante para la sustentabilidad del recurso porque permite reconocer y dar un seguimiento de los factores que influyen en el comportamiento de los pescadores hacia mejores prácticas pesqueras.



## Literatura citada

---

- Abascal, E., Grande, I. 2005. Análisis de encuestas. ESIC Editorial. Madrid.
- Abbink, W., Garcia, A. B., Roques, J. A. C., Partridge, G. J., Kloet, K., Schneider, O. 2012. The effect of temperature and pH on the growth and physiological response of juvenile yellowtail kingfish *Seriola lalandi* in recirculating aquaculture systems. *Aquaculture*, 330-333, 130-135.
- Abernethy, K. E., Allison, E. H., Molloy, P. P., Côté, I. M. 2007. Why do fishers fish where they fish? Using the ideal free distribution to understand the behaviour of artisanal reef fishers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64, 1595-1604.
- Alcalá, G. 2003. Políticas pesqueras en México (1946-2000): contradicciones y aciertos en la planificación de la pesca nacional, Vol. 2. El Colegio de Michoacán A.C., Ciudad de México.
- Allen, L. G., Pondella II, D. J., Horn, M.H. 2006. The ecology of marine fishes: California and adjacent waters. University of California Press, Berkeley.
- Álvarez, P., Espejel, I., Bocc, G., Cariño, M., Seingier, G. 2018. Environmental history of Mexican North Pacific fishing communities. *Ocean and coastal management*, 165, 203-214.
- Álvarez-Borrego, S. 2010. Physical, chemical, and biological oceanography of the Gulf of California. En: Brusca, R. (Ed.), *The Gulf of California Biodiversity and Conservation*. The University of Arizona Press, Tucson, pp. 24–48.
- Álvarez-Borrego, S., Lara-Lara, J. R. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: Dauphin, J.P., Simoneit, B.R.T. (Eds.), *The Gulf and Peninsular Province of the Californias*. American Assoc Vol. 47. Petroleum Geol. Memoir, Tulsa, pp. 555–567.
- Anderson, J. L., Anderson, C. M., Chu, J., Meredith, J., Asche, F., Sylvia, G., Smith, M. D, Anggraeni, D., Arthur, R., Guttormsen, A., McCluney, J. K., Ward, T., Akpalu, W., Eggert, H., Flores, J., Freeman, M. A., Holland, D. S., Knapp, G., Kobayashi, M., Larkin, S., McLauchlin, K., Schnier, K., Soboil, M., Tveteras, S., Uchida, H., Valderrama, D. 2015. The fishery performance indicators: A management tool for triple bottom line outcomes. *PLoS ONE*, 10(5): e0122809.
- 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 and Coastal Management*, 160, 58-63.
- Arreguín-Sánchez, F. 2006. Pesquerías de México: Diagnóstico y Perspectivas. En: Guzmán-Amaya, P. y Fuentes-Castellanos, D. (Eds.), *Pesca, Acuicultura e Investigación en México*. Cámara de Diputados, lxx Legislatura/Congreso de la Unión. Ciudad de México, pp. 13-36.
- Arreguín-Sánchez, F., Arcos-Huitrón, E. 2007. Fisheries catch statistics for Mexico. En: Zeller, D. y Pauly, D. (Eds.), *Reconstruction of marine fisheries catches for key countries and regions (1950-2005)*. Fisheries Centre, University of British Columbia. Fisheries Centre Research Reports, 15 (2), 81-103.
- Arreguín-Sánchez, F., Arcos-Huitrón, E. 2011. La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas. *Hidrobiológica*, 21(3), 431–462.

- Bailey, M., Rotinsulu, C., Sumaila, U. R. 2008. The migrant anchovy fishery in Kabui Bay, Raja Ampat, Indonesia: Catch, profitability, and income distribution. *Marine Policy*, 32, 483-488.
- Baxter, J.L. 1960. A Study of The Yellowtail *Seriola Dorsalis* (Gill). State of California Department of Fish and Game Marine Resources Operations Fish Bulletin, (110), 1-91.
- Ben-Aderet, N. J. 2017. The biology of yellowtail (*Seriola lalandi*) in the Southern California Bight: spatial insights from recreational catch records, tagging and life-history characteristics. Tesis de doctorado. University of California, San Diego, 124 pp.
- Berdegúe, A. J. 1956. Peces de importancia comercial en la costa noroccidental de México. Secretaría de Marina. Dirección General de Pesca e Industrias Conexas, Ciudad de México.
- Beyerl, K., Putz, O., Breckwoldt, A. 2016. The role of perceptions for community-based marine resource management, *Frontiers in Marine Science*, doi: 10.3389/fmars.2016.00238.
- Branch, T. A., Hilborn, R., Haynie, A. C., Fay, G., Flynn, L., Griffiths, J., Marshal, 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.
- Campos Dávila, L. 1998. Composición y abundancia de la ictiofauna capturada con red agallera en el área de Loreto, Baja California Sur. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 106 pp.
- CASS (Conservation Alliance for Seafood Solutions). 2015. Guidelines for Supporting Fishery Improvement Projects. Consultado el 2 de junio de 2018, de <http://solutionsforseafood.org/wp-content/uploads/2015/03/Alliance-FIP-Guidelines-3.7.15.pdf>
- CDFG (California Department of Fish and Game). 2001. Yellowtail. En: William, S. L., Dewees, C., Klingbeil, R., Larson, E.J. (Eds.), *California's Living Marine Resources: A Status Report*. California Department of Fish and Game, pp. 212-214.
- Chaigneau, T., Daw, T. M. 2015. Individual and village-level effects on community support for Marine Protected Areas (MPAs) in the Philippines, 51, 499-506.
- Cisneros-Montemayor, A. M., Cisneros-Mata, M. A., Harper, S., Pauly, D., 2013. Extent and implications of IUU catch in Mexico's marine fisheries. *Marine Policy*, 39, 283-288.
- Cota-Nieto, J.J., Erisman, B., Aburto-Oropeza, O., Moreno-Báez, M., Hinojosa-Arango, G., Johnson, A.F. 2018. Participatory management in a small-scale coastal fishery—Punta Abreojos, Pacific coast of Baja California Sur, Mexico. *Regional Studies in Marine Science*, 18, 68–79.
- Crooke, S. J. 1983. Yellowtail, *Seriola lalandi* Valenciennes. *CalCOFI Rep.* 24, 84-87.
- Departamento de Pesca. 1981-1983. Anuario estadístico pesquero 1980-1982. Dirección general de Informática y Estadística, Ciudad de México.
- Díaz-Uribe, J.G., Valdez-Ornelas, V.M., Danemann, G.D., Torreblanca-Ramírez, E., Castillo-López, A., Cisneros-Mata, M. Á. 2013. Regionalización de la pesca ribereña en el noroeste de México como base práctica para su manejo. *Ciencia Pesquera*, 21(1), 41–54.

- Downs, J. A., Horner, M. W. 2012. Analysing infrequently sampled animal tracking data by incorporating generalized movement trajectories with kernel density estimation. *Computers, Environment Urban Systems*, 36: 302–310.
- Dreyfus-León, M. J., Martínez-Olvera, R., Hernández-Walls, R. 2011. Numeric simulation of fishing effort and strategies (stochastic and cartesian) using cellular automata. *Ciencias Marinas*, 37 (4A), 393-402.
- Durazo, R., Ramírez-Manguilar, A. M., Miranda, L. E., Soto-Mardones, L. A. 2010. Climatología de variables hidrográficas. En: Gaxiola-Castro, G., Durazo, R. (Eds.), *Dinámica del ecosistema Pelágico frente a Baja California, 1997–2007. Diez años de Investigaciones Mexicanas de la Corriente de California*. INE, CICESE, UABC, pp. 25-57.
- Erauskin-Extramiana, M., Herzka, S. Z., Hinojosa-Arango, G., Aburto-Oropeza, O. 2017. An interdisciplinary approach to evaluate the status of large-bodied Serranid fisheries: The case of Magdalena-Almejas Bay lagoon complex, Baja California Sur, Mexico. *Ocean and Coastal Management*, 145, 21-34.
- Erismán, B., Mascarenas, I., Paredes, G., Sadovy de Mitcheson, Y., Aburto-Oropeza, O., Hastings, P. 2010. Seasonal, annual, and long-term trends in commercial fisheries for aggregating reef fishes in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research*, 106 (3), 279-288.
- Escobedo Olvera, M. A. 2009. Análisis biológico pesquero la pesquería con red agallera de deriva en la península de Baja California durante el periodo 1999-2008. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. 141 pp.
- Espinoza-Tenorio, A., Espejel, I., Wolff, M., Zepeda-Domínguez, J.A., 2011. Contextual factors influencing sustainable fisheries in Mexico. *Marine Policy*, 35, 343-350.
- Espinosa-Romero, M. J., Torre, J., Zepeda, J. A., Solana, F. J. V., Fulton, S. 2017. Civil Society Contributions to the Implementation of the Small-Scale Fisheries Guidelines in Mexico. En: Jentoft, S., Chuenpagdee, R., Barragán-Paladines, M. J., Franz, N. (Eds.), *The Small-Scale Fisheries Guidelines: Global Implementation*. Springer International Publishing.
- Fernández Rivera Melo, F. J., Rocha Tejeda, L., Gastélum Nava, E., Goldman, N., Sánchez Cota, J. B., Ortiz Lugo, C., Gómez Gómez, A., Espinosa Romero, M. J. 2018. Criterios de sustentabilidad pesquera: una guía fundamental para conservar los recursos pesqueros en México. *Biodiversitas*, 7-11.
- Fieberg, J. 2007. Kernel density estimators of home range: Smoothing and the autocorrelation red herring. *Ecology* 88: 1059–1066.
- Fishery Progress. 2018. Mexico Sonora yellowtail - handline. Consultado el 20 de mayo de 2018, de <https://fisheryprogress.org/printpdf/4316>
- Gastélum-Nava, E., Fernández-Rivera Melo, F., Rocha-Tejeda, L. 2016. Ficha técnica de jurel alta amarilla *Seriola lalandi* (Valenciennes, 1833), en la región de las grandes Islas, golfo de California, México. *Comunidad y Biodiversidad A.C.* 14 pp.
- Gehrig, S., Schlüterb, A., Jiddawid, N.S. 2018. Overlapping identities: The role of village and occupational group for smallscale fishers' perceptions on environment and governance. *Marine Policy*, 96, 100-110.

- Grafton, R. Q., Arnason, R., Bjørndal, T., Campbell, D., Campbell, H. F., Clark, C. W., Connor, R., Dupont, D.P., Hannesson, R., Hilborn, R., Kirkley, J.E., Kompas, T., Lane, D.E., Gordon, R.M., Pascoe, S., Squires, D., Steinshamn, S.I., Turris, B.R., Weninger, Q. 2006. Incentive-based approaches to sustainable fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63, 699–710.
- Hall, G. B., Close, C. H. 2007. Local knowledge assessment for a small-scale fishery using geographic information systems. *Fisheries Research*, 83, 11-22.
- Hammann, M. G., Palleiro Nayar, J. S., Sosa Nishizaki, O. 1992. The effects of the 1992 El Niño on the fisheries of Baja California, Mexico. *CALCOFI Reports*, 36, 127-133.
- Hernandez, A., Kempton, W. 2003. Changes in fisheries management in Mexico: Effects of increasing scientific input and public participation. *Ocean and Coastal Management*, 46(6–7), 507–526.
- Hernandez de la Torre, B., Aguirre Gómez, R., Gaxiola-Castro, G., Alvarez Borrego, S., Gallegos-García, A., Rosete Vergés, F., Bocco Verdinelli, G. 2015. Ordenamiento Ecológico Marino en el Pacífico Norte mexicano: propuesta metodológica. *Hidrobiológica*, 25 (2), 1-13.
- Hernández-Fujigaki, H. G. 1988. 75 años de historia de la pesca, 1912-1987: avances y retos. Secretaría de Pesca, Ciudad de México.
- Hilborn, R. 1992. Current and future trends in fisheries stock assessment and management. *South African Journal of Marine Science*, 12 (1), 975-988.
- Hilborn, R. 2007. Managing fisheries is managing people: what has been learned? *Fish and Fisheries*, 8, 285–296.
- Hilborn, R., Orensanz, J. M., Parma, A. M. 2005. Institutions, incentives and the future of fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360, 47-57.
- Hilborn, R., Walters, C. J. 1992. Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 2, 177–186.
- Hoshino, E., van Putten, E. I., Girsang, W., Resosudarmo, B.P., Yamazaki, S. 2017. Fishers' perceived objectives of community-based coastal resource management in the Kei Islands, Indonesia, *Frontiers in Marine Science*, 4, 1-11.
- IMCO (Instituto Mexicano para la Competitividad, A. C.). 2013. La pesca ilegal e irregular en México: una barrera a la competitividad. Consultado el 8 de noviembre de 2018, de [https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2013/5/pesca\\_ilegal.pdf](https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2013/5/pesca_ilegal.pdf).
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2010. Programa de Manejo Reserva de la Biosfera El Vizcaíno. Consultado el 12 de abril de 2018, de [https://www.conanp.gob.mx/datos\\_abiertos/DGCD/49.pdf](https://www.conanp.gob.mx/datos_abiertos/DGCD/49.pdf).
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2011. Censos de población y Vivienda 2010, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México.
- Jack, B. K., Kousky, C., Sims, K. R. 2008. Designing payments for ecosystem services: Lessons from previous experience with incentive-based mechanisms. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(28), 9465-9470.

- Kenchington, E., Murillo, F. J., Lirette, C., Sacau, M., Koen-Alonso, M., Kenny, A., Ollerhead, N., Wareham, V., Beazley, L. 2014. Kernel Density Surface Modelling as a Means to Identify Significant Concentrations of Vulnerable Marine Ecosystem Indicators. *PLoS ONE* 9(10): e109365.
- Kleisner, K., Zeller, D., Froese, R., Pauly, D. 2012. Using global catch data for inferences on the world's marine fisheries. *Fish and Fisheries*, 14,293-311.
- LGPAS (Ley de General de Pesca y Acuicultura Sustentable). Diario Oficial de la Federación, Estados Unidos Mexicanos, Presidencia de la República, México, 24 de julio de 2007. Última reforma publicada DOF 24-08-2018. Consultado el 7 de agosto de 2018, de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS\\_240418.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPAS_240418.pdf)
- Martell, S., Froese, R. 2012. A simple method for estimating MSY from catch and resilience. *Fish and Fisheries*, 14(4), 504–514.
- Martínez-Martínez, S.T., González-Laxe, F. 2016. La construcción de la política pesquera en México. Una mirada desde el campo geográfico. *Atlantic Review of Economics*. Consultado el 7 de agosto de 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5776341.pdf>
- Martínez-Takeshita, N., Purcell, M. C., Chabot, C. L., Craig, M. T., Paterson, C. N., Hyde, J. R., Allen, L. G. 2015. A Tale of Three Tails: Cryptic Speciation in a Globally Distributed Marine Fish of the Genus *Seriola*. *BioOne*, 103 (2), 357-368.
- Mascia, M. B., Fox, H. E., Glew, L., Ahmadia, G. N., Agrawal, A., Barnes, M., Basurto, X., Craigie, I., Darling, E., Geldmann, J., Gill, D., Rice, S.H., Jensen, O.P., Lester, S.E., McConney, P., Mumby, P. J., Nenadovic, M., Parks, J.E., Pomeroy, R., White, A. T. 2017. A novel framework for analyzing conservation impacts: evaluation, theory, and marine protected areas. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1399, 93-115.
- Mastrandrea, M. D., Field, C. B., Stocker, T. F., Edenhofer, O., Ebi, K. L., Frame, D. J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K. J., Matschoss, P. R., Plattner, G. K., Yohe, G. W., Zwiers, F. W., 2010. Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Consultado el 15 de marzo de 2018, de <https://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/uncertainty-guidance-note.pdf>
- MBA-SW (Monterey Bay Aquarium Seafood Watch). 2014. California Yellowtail: caught by Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera Buzos y Pescadores de Baja California, S.C.L Handline. Consultado el 20 de mayo de 2018, de [http://www.seafoodwatch.org/-/m/sfw/pdf/reports/a/mba\\_seafoodwatch\\_mexicocayellowtailreport.pdf](http://www.seafoodwatch.org/-/m/sfw/pdf/reports/a/mba_seafoodwatch_mexicocayellowtailreport.pdf)
- MBA-SW (Monterey Bay Aquarium Seafood Watch). 2018. Developing Seafood Watch Recommendations. Consultado el 20 de mayo de 2018, de <https://www.seafoodwatch.org/-/m/sfw/pdf/criteria/mba-seafoodwatch-recommendation-process.pdf?la=en>
- McClenachan, L., Ferretti, F., Baum, J. K. 2012. From archives to conservation: why historical data are needed to set baselines for marine animals and ecosystems. *Conservation Letters*, 5, 349–359.
- 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, 1187-202.

- Nakada, M. 2008. Capture-based aquaculture of yellowtail. En: Lovatelli, A., Holthus, P.F. (Eds). Capture-based aquaculture. Global overview. FAO Fisheries Technical Paper. No. 508. Rome, FAO. pp. 199–215.
- O'Brien, S. H., Webb, A., Brewer, M. J., Reid, J. B. 2012. Use of kernel density estimation and maximum curvature to set Marine Protected Area boundaries: Identifying a Special Protection Area for wintering red-throated divers in the UK. *Biology Conservation*, 156, 15–21.
- Ojeda-Ruiz, M. Á., Marín-Monroy, E. A., Hinojosa-Arango, G., Flores-Irigollen, A., Cota-Nieto, J. J., Cavieses-Núñez, R. A., Aburto-Oropeza, R. A. 2018. Development of fisheries in Bahía Magdalena-Almejas: The need to explore new policies and management paradigms. *Ocean and Coastal Management*, 161, 1-10.
- Oosterver, P. 2008. Governing global fish provisioning: Ownership and management of marine resources. *Ocean and Coastal Management*, 51, 797-805.
- Pauly, D. 1998. Rationale for reconstructing catch time series. *EC Fisheries Cooperation Bulletin*, 11(2), 4-10.
- Pauly, D., Zeller, D. 2015. Catch Reconstruction: concepts, methods and data sources. En: Pauly, D., Zeller, D. (Eds.), *Catch reconstruction: concepts, methods and data sources*. Online Publication. Sea Around Us ([www.seaaroundus.org](http://www.seaaroundus.org)). University of British Columbia.
- Pears, R., Nemeth, R. S., Ferreira, B. P., Hostim-Silva, M., Bertoncini, A. A., Coleman, F. C., Koenig, C. C., Rhodes, K. L., Sadovy de Mitcheson, Y., Heppell, S. A., Colin, P. L., Samoilys, M. A., Sakaue, J., Akino, H., Ida, H., Jackson, G., Warner, R. R., Hamilton, R. J., Choat, J. H., Etpison, M. T., Collins, P., Clavijo, I. J., Hillmann Kitalong, A. 2012. Species Case Studies. En: Sadovy de Mitcheson, Y., Colin, P. L. (Eds.), *Reef Fish Spawning Aggregations: Biology, Research and Management*. Springer, Nueva York, pp. 405-566.
- Pellowe, K. E., Leslie, H. M. 2017. Seasonal variability shapes resilience of small-scale fisheries in Baja California Sur, Mexico. *PLoS ONE* 12(8): e0182200.
- Pinnegar, J. K., Jennings, S., O'Brien, C. M., Polunin, N. V. C. 2002. Long-term changes in the trophic level of the Celtic Sea fish community and fish market price distribution. *Journal of Applied Ecology* 39, 377–390.
- Pinnegar, J. K., Hutton, T. P., Placenti, V. 2006. What relative seafood prices can tell us about the status of stocks. *Fish and Fisheries*, 7, 219-226.
- Poortenaar, C. W., Hooker, S. H., Sharp, N. 2001. Assessment of yellowtail kingfish (*Seriola lalandi lalandi*) reproductive physiology, as a basis for aquaculture development. *Aquaculture*, 201 (3-4), 271-286.
- Purcell, C. M., Chabot, C. L., Craig, M. T., Martínez-Takeshita, N., Allen, L. G., Hyde, J. R. 2015. Developing a genetic baseline for the yellowtail amberjack species complex, *Seriola lalandi* sensu lato, to assess and preserve variation in wild populations of these globally important aquaculture species. *Conservation Genetics*, 16, 1475–1488.
- Ramírez-Rodríguez, M. 2013. Especies de interés pesquero en el Pacífico Mexicano: nombres y claves para su registro. Consultado el 9 de junio de 2018, de <http://catalogo.cicimar.ipn.mx/index.php>.

- Ramírez-Rodríguez, M., López-Ferreira, C., Hernández-Herrera, A. 2006a. Atlas de localidades pesqueras: Baja California, Baja California Sur y Sonora. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional. La Paz.
- Ramírez-Rodríguez, M., López-Ferreira, C., Hernández-Herrera, A. 2006b. Atlas de localidades pesqueras de México: Sinaloa y Nayarit. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional. La Paz.
- Ramírez-Rodríguez, M., Ojeda-Ruíz, M. Á. 2012. Spatial management of small-scale fisheries on the west coast of Baja California Sur, Mexico. *Marine Policy*, 36 (1), 108-112.
- Roheim, C. A. 2003. Early indications of market impacts from the Marine Stewardship Council's ecolabeling of seafood. *Marine Resource Economics*, 18, 95–104.
- Rosales-Casián, J. A. , González-Camacho, J. R. 2003. Abundance and importance of fish species from the artisanal fishery on the Pacific coast of northern Baja California. *Bulletin Southern California Academy of Sciences*, 102 (2), 51-65.
- Sadovy, Y., Domeier, M. 2005. Are aggregation-fisheries sustainable? Reef fish fisheries as a case study. *Coral Reefs*, 24, 254-62.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Acuerdo por el que se da a conocer la Actualización de la Carta Nacional Pesquera. *Diario Oficial de La Federación*, Ciudad de México, pp. 21–236.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2014. Anuario Estadístico de Acuicultura y Pesca 2014. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, Mazatlán.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2018. Avisos de arribo a nivel nacional correspondiente al periodo 2000-2017. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Consultado el 17 de julio de 2018, solicitud INAI/0819700019118.
- Sala, E., Aburto-Oropeza, O., Paredes, G., Thompson, G. 2003. Spawning aggregations and reproductive behavior of reef fishes in the Gulf of California. *Bulletin of Marine Science*, 72, 103- 121.
- Salas, S. 2000. Fishing strategies of small-scale fishers and their implications for fisheries management. Tesis de doctorado. University of British Columbia. 153 pp.
- 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(1), 5–16.
- Salas, S., Gaertner, D. 2004. The behavioural dynamics of fishers: Management implications. *Fish and Fisheries*, 5(2), 153–167.
- Salas, S., Ramos-Miranda, J., Coronado, E., Flores-Hernández, D., Cabrera, M. A., Pérez-Sánchez, M., Gómez-Criollo, F. 2012. Análisis comparativo de formas de operación y cuasi-renta de flotas que capturas pulpo rojo (*Octopus maya*), en la península de Yucatán, México. *Proceeding of the 64th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, 472-479.
- Salas, S., Sumaila, U. R., Pitcher, T. 2004. Short-term decisions of small-scale fishers selecting alternative target species: a choice model. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 61(3), 374-383.

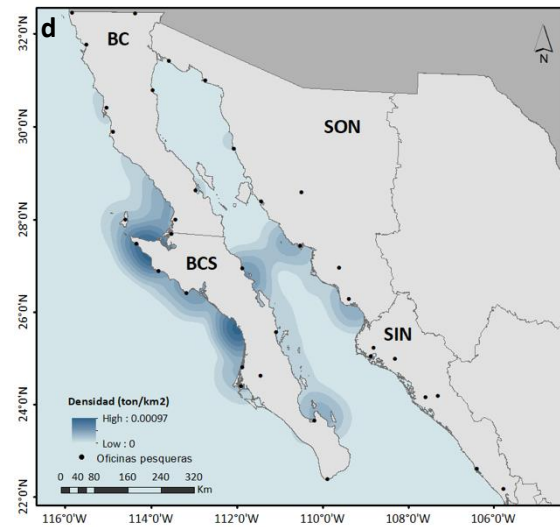
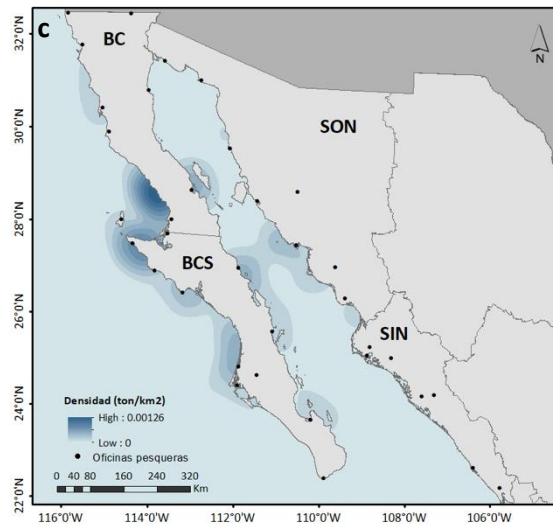
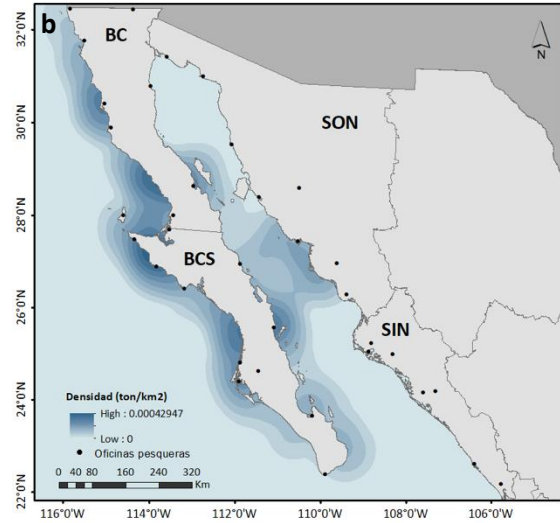
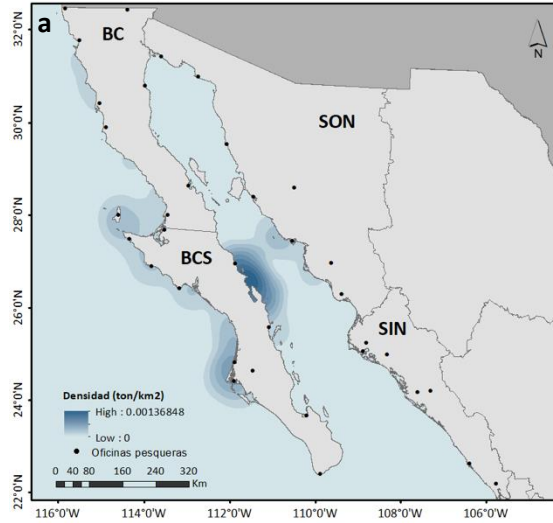
- Sampson, G. S., Sanchirico, G. N., Roheim, C. A., Bush, S. R., Edward Taylor, J., Allison, E. H., Anderson, J. L., Ban, N. C., Fujita, R., Jupiter, S., Wilson, J. R. 2015. Secure sustainable seafood from developing countries. *Science*, 348 (6234), 504-506.
- SAT (Servicio de Atención Tributaria). 2010. Índice Nacional de Precios al Consumidor 2018. Consultado el 9 de junio de 2018, de [http://omawww.sat.gob.mx/informacion\\_fiscal/tablas\\_indicadores/Paginas/inpc\\_2018.aspx](http://omawww.sat.gob.mx/informacion_fiscal/tablas_indicadores/Paginas/inpc_2018.aspx).
- Schaefer, M. 1954. Some aspects of the dynamicsof populations important to the management ofthe commercial marine fisheries. *Bulletin Inter-American Tropical Tuna Commission*, 1(2), 27–56.
- Secretaría de Pesca. 1984-1995. Anuario estadístico pesquero 1983-1994. Dirección general de Informática, Estadística y Documentación. Ciudad de México.
- SEMARNAP (Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 1996-2000. Anuario estadístico de pesca 1995-1999. Dirección general de Política y Fomento Pesquero, Ciudad de México.
- Seijo, J. C., Defeo, O., Salas, S. 1998. Fisheries bioeconomics : theory, modelling and management. FAO Fisheries Technical Paper. No.368. Rome, 108 p.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentarios y Pesquera). 2018. Exportaciones de la especie jurel relativos al periodo 2006-2017. Consultado el 23 de agosto de 2018, solicitud INAI/0819700022718.
- SNIIM (Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados). 2018. Consolidado de Precios de Productor Pesqueros. Consultado el 9 de junio de 2018, de <http://www.economia-sniim.gob.mx/SNIIM-PESCA/Consolidados.asp>.
- Sosa-Nishizaki, O., Guerrero-Ávila, C., García-Rodríguez, E. Rodríguez-Medrano, M. C., Saldaña-Ruíz, L. E., Mejía-Mercado, B. E., Domínguez-Reza, R. H. y Castro-Velasco, F. 2013. Informe técnico: Caracterización de la pesca deportiva en Baja California. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 56 pp.
- Symonds, M. R.E., Moussalli, A. 2011. A brief guide to model selection, multimodel inference and model averaging in behavioural ecology using Akaike's information criterion. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 65, 13-21.
- Székely, A. 1991. Derecho al mar. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México.
- Thurstan, R. H., McClenachan, L., Crowder, L. B., Drew, J. A., Kittinger, J. N., Levin, P. S., Roberts, C. M., Pandolfi, J. M. 2015. Filling historical data gaps to foster solutions in marine conservation. *Ocean and Coastal Management*, 115, 31-40.
- Ulloa Ramírez, P. A., Patiño Valencia, J. L., Guevara Rascado, M. L., Hernández Ventura, S., Sánchez Regalado, R., Pérez Vélazquez, A. 2008. Peces marinos devalor comercial del estado de Nayarit, México. Instituto Nacional de Pesca, Ciudad de México.
- Valdez-Leyva, G. L. 2012. Producción pesquera ribereña por zonas de pesca en la región del Golfo de Ulloa, Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 74p.

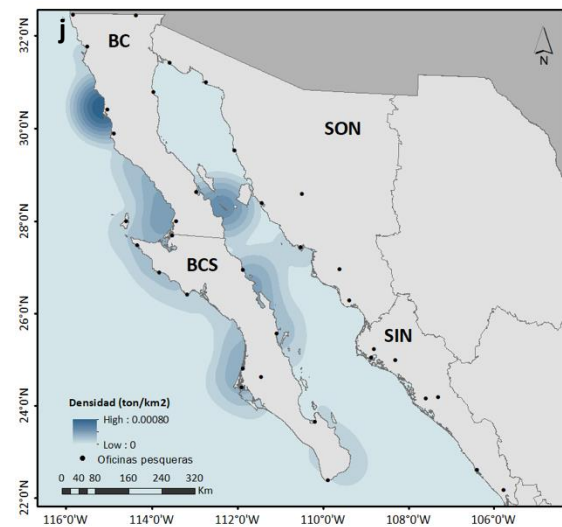
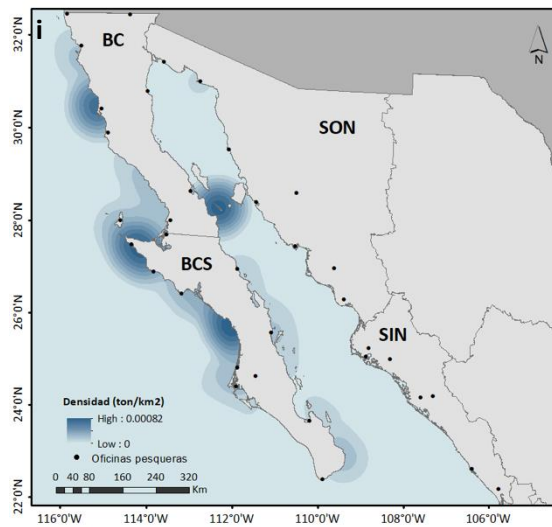
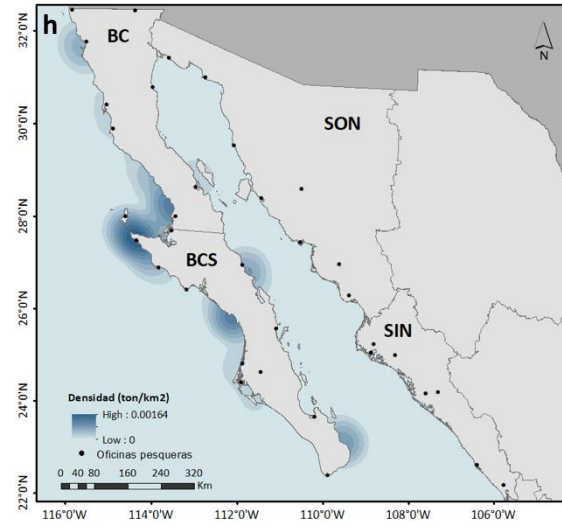
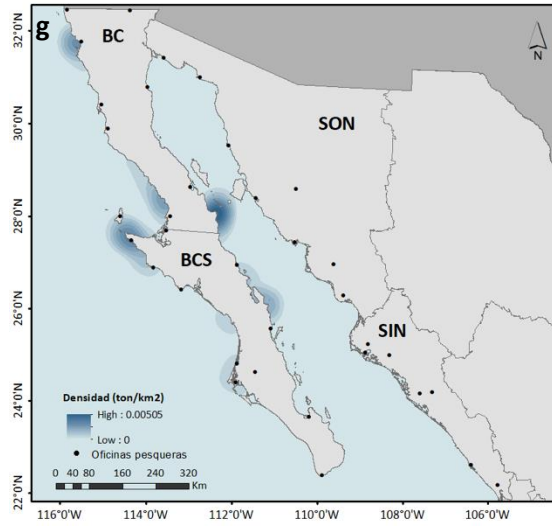
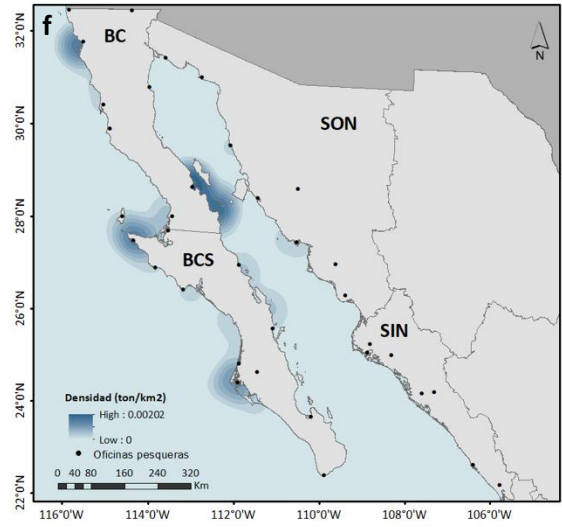
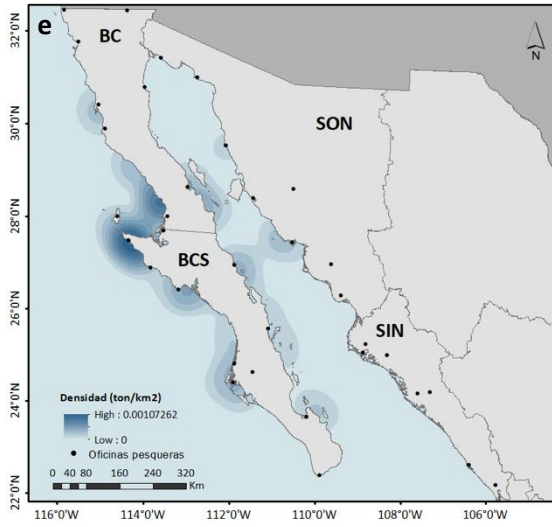


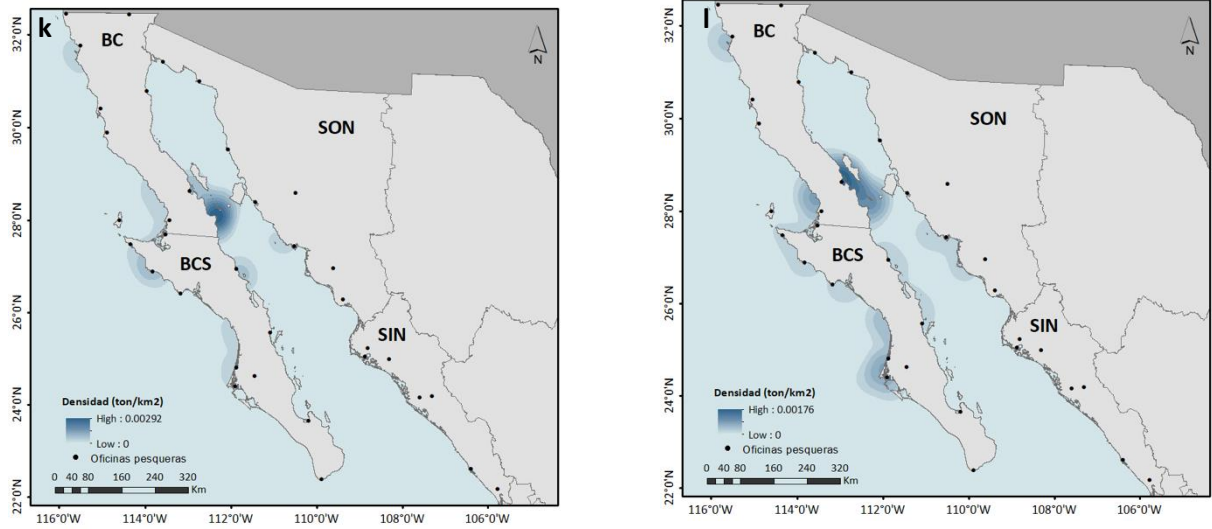
- Valdez-Ornelas, V. M., Aburto-Oropeza, O., Torreblanca-Ramírez, E., Danemann, G. D., Vidal-Talamantes, R. 2008. Recursos pesqueros. En: Danemann, G.D., Ezcurra, E. (Eds.), Bahía de los Ángeles: recursos naturales y comunidad. Línea base 2007. Instituto Nacional de Ecología, Ciudad de México, pp. 429-456.
- Vázquez-Hurtado, M., Maldonado-García, M., Lechuga-Devéze, C. H., Acosta-Salmón, H., Ortega-Rubio, A. 2010. La pesquería artesanal en la Bahía de La Paz y su área oceánica adyacente (Golfo de California, México). *Ciencias Marinas*, 36 (4), 433-444.
- Van Putten, I. E., Kulmala, S., Thébaud, O., Dowling, N., Hamon, K. G., Hutton, T., Pascoe, S. 2012. Theories and behavioural drivers underlying fleet dynamics models. *Fish and Fisheries*, 13 (2), 216-235.
- Van Riel, M. C., Bush, S. R., Zwieten, P. A., Mol, A. P. 2015. Understanding fisheries credit systems: potentials and pitfalls of managing catch efficiency. *Fish and Fisheries*, 16(3), 453-470.
- Walters, C., Bonfil, R. 1999. Multispecies spatial assessment models for the British Columbia groundfish trawl fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56(4), 601-628.
- Yurkievich, G. Sánchez Crispín, A. 2016. Estructura territorial de la actividad pesquera en Guaymas, Sonora. *Investigaciones Geográficas*, 91, 152-167.
- Zeller, D., Booth, S., Pauly, D. 2006. Fisheries contribution to the Gross Domestic Product: Understanding small-scale fisheries in the Pacific. *Marine Resource Economics*, 21, 355-375.
- Zeller, D., Harper, S., Zylich, K., Pauly, D., 2015. Synthesis of underreported small-scale fisheries catch in Pacific island waters. *Coral Reefs*, 34(1), 25-39.

## Anexos

### Anexo A. Análisis de densidad de Kernel ( $t/km^2$ ) de las capturas promedio de jurel por mes en el noroeste de México para el periodo de 2015 a 2017.







**Figura 17.** Análisis de densidad por mes: a) enero, b) febrero, c) marzo, d) abril, e) mayo, f) junio, g) julio, h) agosto, i) septiembre, j) octubre, k) noviembre y l) diciembre.

## Anexo B. Entrevista para los pescadores en relación con la dinámica de la flota pesquera sobre la población de jurel.

I. DATOS DE IDENTIFICACIÓN				
Núm. de entrevista		Código*		Comunidad
Fecha		Hora		Entrevistador

\*Comunidad, # entrevista, iniciales del entrevistador y fecha.

II. INFORMACIÓN SOCIO-DEMOGRÁFICA													
Edad		Género	<input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M		Núm. personas dependientes de usted								
¿Hace cuánto es pescador?	<input type="checkbox"/> <10 años <input type="checkbox"/> 11-20 años <input type="checkbox"/> 20-30 años <input type="checkbox"/> 30-40 años <input type="checkbox"/> 40-50 años <input type="checkbox"/> >50 años												
¿Cuántos meses al año trabaja en la actividad?	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Otra fuente de ingreso (marcar y especificar el ingreso mensual):	<input type="checkbox"/> Pesca deportiva \$ _____ <input type="checkbox"/> Turismo \$ _____ <input type="checkbox"/> Comercio \$ _____ <input type="checkbox"/> Otros: \$ _____					Escolaridad:			<input type="checkbox"/> Educación no formal <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria <input type="checkbox"/> Preparatoria <input type="checkbox"/> Otro:				

I. ESPECIE OBJETIVO (JUREL DE ALETA AMARILLA)													
¿Cuántos años tiene pescando jurel?	<input type="checkbox"/> <10 años <input type="checkbox"/> 11-20 años <input type="checkbox"/> 20-30 años <input type="checkbox"/> 30-40 años <input type="checkbox"/> 40-50 años <input type="checkbox"/> >50 años												
¿En qué meses del año pesca jurel?	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
¿Cuáles son los meses principales?	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
¿Cuánto pesca por día?	Temporada fuerte						Temporada baja						
¿Qué especies son capturas incidentales?													
¿Cuál es el tratamiento poscaptura?													
¿Vende la captura?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No			¿Cómo vende su producto?				<input type="checkbox"/> Entero <input type="checkbox"/> Eviscerado <input type="checkbox"/> Fileteado <input type="checkbox"/> Otro:					
¿A quién se lo venden y cuál es el porcentaje de captura?	<input type="checkbox"/> Consumo familiar <input type="checkbox"/> Mercado local para consumo fresco <input type="checkbox"/> Venta para un proceso posterior <input type="checkbox"/> Mercado de exportación <input type="checkbox"/> Otro:						_____ % _____ % _____ % _____ % _____ %						
Destino final del producto	<input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Internacional			Ciudad de destino									
¿Cuál es el precio más alto que alcanza?				¿Y el más bajo?									
¿Ha notado variación en el precio en los últimos 3 años?	<input type="checkbox"/> Aumento <input type="checkbox"/> Disminución <input type="checkbox"/> Sin cambios												
¿De cuánto ha sido la variación?				¿Cuál cree que sea la causa?									

II. CARÁNGIDOS			
Nombre científico (guía de identificación)	Nombre común	¿Cómo lo registran en las oficinas pesqueras?	Jerarquizar por volúmenes de captura (mayor a menor)
<i>Caranx caballus</i>			
<i>Caranx caninus</i>			
<i>Caranx otrynter</i>			
<i>Caranx sexfasciatus</i>			
<i>Selar crumenophthalmus</i>			
<i>Seriola lalandi</i>			
<i>Seriola rivoliana</i>			
<i>Elagatis bipinnulata</i>			

III. ZONAS DE PESCA			
Nombre de la zona	Latitud*	Longitud*	Especies

\*señalar en el mapa.

IV. DINÁMICA DE LA FLOTA				
¿Qué actividad desarrolla?	<input type="checkbox"/> Pescador <input type="checkbox"/> Permisionario	Núm. de pangas:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> >4	
Hora de inicio de jornada laboral:		Hora de llegada de jornada laboral:		
Inversión inicial:		Equipo de pesca	<input type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> Señal SOS <input type="checkbox"/> Otro	
¿Cuántas personas lo acompañan?	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> >4	Salario diario por persona:		
Longitud de la panga (mt):		Capacidad de la panga (kg):		
Tipo de material:	<input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Fibra de vidrio	Tipo de motor:		
¿Qué tipo de arte de pesca utiliza?	Arte de pesca	Características	Costo (\$)	Duración
	<input type="checkbox"/> Piola	Núm. de anzuelos _____	_____	_____
	<input type="checkbox"/> Curricán	Núm. de anzuelos _____	_____	_____
	<input type="checkbox"/> Red de cerco	Longitud____ Tamaño de malla____	_____	_____
	<input type="checkbox"/> Chinchorro	Longitud____ Tamaño de malla____	_____	_____
	<input type="checkbox"/> Otro:	_____	_____	_____
¿Cuáles son los costos operaciones?	Producto	Cantidad	Precio (\$)	Total (\$)
	<input type="checkbox"/> Gasolina	_____	_____	_____
	<input type="checkbox"/> Aceite	_____	_____	_____

	<input type="checkbox"/> Hielo <input type="checkbox"/> Comida <input type="checkbox"/> Agua y bebidas <input type="checkbox"/> Cebo <input type="checkbox"/> Otros	_____	_____	_____
Otros costos anuales (marcar y especificar el costo):	Producto		Costo (\$)	
	<input type="checkbox"/> Mantenimiento de la panga <input type="checkbox"/> Piezas de repuesto <input type="checkbox"/> Mantenimiento del arte de pesca <input type="checkbox"/> Reparaciones del motor <input type="checkbox"/> Tarifa de la cooperativa <input type="checkbox"/> Otros costos		_____	
Equipo de pesca:	<input type="checkbox"/> GPS <input type="checkbox"/> Radio <input type="checkbox"/> Señal SOS <input type="checkbox"/> Otro		_____	
Subsidios (marcar y especificar el costo):	<input type="checkbox"/> Combustible <input type="checkbox"/> Nuevas artes de pesca <input type="checkbox"/> Motor de la panga <input type="checkbox"/> Otros:		_____	
Número efectivo de horas pescando por día:		¿Qué cantidad de ingresos promedio recibe al mes?		
Jerarquizar los problemas que ve en la pesquería (de mayor a menor):	<input type="checkbox"/> Otros tipos de pesca <input type="checkbox"/> Sobrepesca <input type="checkbox"/> Legislación y manejo	<input type="checkbox"/> Económicos <input type="checkbox"/> Ninguno <input type="checkbox"/> Otros:		

V. PROYECTOS DE MEJORA PESQUERA (PMP) EN GUAYMAS O MBA-SEAFOOD WATCH EN ISLA NATIVIDAD			
¿Eres miembro de una cooperativa?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	Nombre de la cooperativa	
¿Conoces los PMP o MBA-SF?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No	¿Pertenece a un PMP o MBA-SF?	<input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No
¿Cuándo te uniste?			
Actividades en la asociación			
¿Cuáles fueron las razones para unirse?			

Observaciones:

**Anexo C. Subconjuntos de modelos con mejor ajuste para cada variable dependiente.**

Modelo	Captura				Precio				Ingresos	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
Experiencia										-159.7
Ingreso alternativo	577.0	555.1					4.4		940.5	891.6
Propietario de panga	-812.3	-686.6	-790.3	-914.3	10.1	9.9	10.5	11.4		
Miembro de cooperativa										
GPS										
Eslora					1.57					
Horas efectivas	-183.9			-175.5						
Gasolina	491.1	415.5	403.9	475.5						
Arte de pesca	-1762	-1467	-1631	-1919						
Incentivo								-2.7		
Comunidad					-4.3	-4.7	-4.7	-4.8	-812.1	-665.6
<b>gl</b>	7	6	5	6	5	4	5	5	4	5
<b>AIC<sub>c</sub></b>	-306.9	-308.6	-310.3	-308.9	-126.6	-128.0	-127.0	-127.0	636.5	637.0
<b>Δ</b>	0	0.29	0.83	0.91	0	0.16	0.75	0.81	0	0.54
<b>w</b>	0.317	0.274	0.209	0.201	0.305	0.282	0.210	0.204	0.566	0.434



