



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

ANÁLISIS BIOECONÓMICO DE PESCA
DEPORTIVO-RECREATIVA DE MARLIN RAYADO EN
LA REGIÓN DE LOS CABOS, B.C.S.

T E S I S

Que para obtener el grado de

Doctor en Ciencias

Bioeconomía Pesquera y Acuícola

(Línea General de Aplicación del Conocimiento en Bioeconomía)

P r e s e n t a

Obsidiana Sarahi Von Borstel Juárez

La Paz, Baja California Sur, abril de 2020.

ACTA DE LIBERACIÓN DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 12:00 horas del día 13 del Mes de Abril del 2020, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

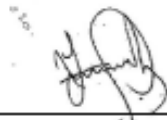
"ANÁLISIS BIOECONÓMICO DE PESCA DEPORTIVO-RECREATIVA DE MARLIN RAYADO EN LA REGIÓN DE LOS CABOS, B.C.S."

Presentada por el alumno:

Obsidiana Sarahi Von Borstel Juárez

Aspirante al Grado de DOCTOR EN CIENCIAS EN BIOECONOMÍA PESQUERA Y ACUÍCOLA

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACIÓN DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.



Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Co-Director

LA COMISIÓN REVISORA



Dr. Germán Ponce Díaz
Co-Director



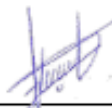
Dr. Francisco Arreguín Sánchez
Co-Tutor



Dr. Luis César Almendárez Hernández
Co-Tutor



Dr. Álvaro Hernández Flores
Co-Tutor



Dra. Gracia Alicia Gómez Anduro,
Directora de Estudios de Posgrado y Formación de Recursos Humanos

La Paz, Baja California Sur, a 6 de Mayo de 2020

Los miembros del comité de tesis de la estudiante Obsidiana Sarahi Von Borstel Juárez del Doctorado en Ciencias en Bioeconomía Pesquera y Acuícola revisamos el contenido de la tesis y otorgamos el VoBo dado que la tesis no representa un plagio de otro documento como lo muestra el reporte de similitud realizado:

- Herramienta antiplagio: iThenticate
- Filtros utilizados: “-“ citas textuales
- Porcentajes de similitud: Se anexa captura de pantalla

INFORME DE ORIGINALIDAD		
20%		
INDICE DE SIMILITUD		
FUENTES PRIMARIAS		
1	cibnor.repositorioinstitucional.mx <small>Internet</small>	486 palabras — 2%
2	www.eumed.net <small>Internet</small>	201 palabras — 1%
3	economiatyp.uam.mx <small>Internet</small>	174 palabras — 1%
4	www.inapesca.gob.mx <small>Internet</small>	150 palabras — 1%
5	www.tandfonline.com <small>Internet</small>	144 palabras — 1%
6	www.cambridge.org <small>Internet</small>	144 palabras — 1%
7	creativecommons.org <small>Internet</small>	87 palabras — < 1%
8	hdl.handle.net <small>Internet</small>	85 palabras — < 1%
9	www.afma.gov.au <small>Internet</small>	77 palabras — < 1%
10	www.redalyc.org <small>Internet</small>	77 palabras — < 1%
11	Kopf, R. K., P. S. Davie, S. B. Bromhead, and J. W. Young. "Reproductive biology and"	72 palabras — < 1%

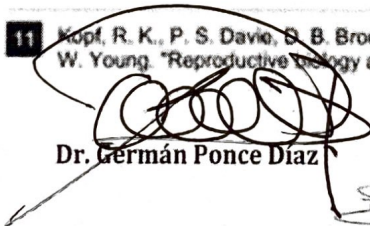
Firmas del comité:



Dr. Luis Felipe Beltrán Morales



Dr. Francisco Arreguín Sánchez



Dr. Germán Ponce Díaz



Dr. Álvaro Hernández Flores

Dr. Luis Cesar Almendarez Hernández



Conformación de Comités

Comité Tutorial

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
Co-Director de Tesis

Dr. Germán Ponce Díaz

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas- IPN
Co-Director de Tesis

Dr. Francisco Arreguin Sánchez

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas- IPN
Co-Tutor de Tesis

Dr. Luis Cesar Almendarez Hernández

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas- IPN
Co-Tutor de Tesis

Dr. Álvaro Hernández Flores

Universidad Marista de Mérida
Co-Tutor de Tesis

Revisor de Tesis

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Dr. Germán Ponce Díaz
Dr. Francisco Arreguin Sánchez
Dr. Luis Cesar Almendarez Hernández
Dr. Álvaro Hernández Flores

Jurado de Examen

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Dr. Germán Ponce Díaz
Dr. Francisco Arreguin Sánchez
Dr. Luis Cesar Almendarez Hernández
Dr. Álvaro Hernández Flores

Suplentes

Dr. Marco Antonio Almendarez Hernández
Dr. Fernando Aranceta Garza

Resumen

La región de Los Cabos Baja California Sur es reconocida internacionalmente por sus altas tasas de captura de marlin rayado (*Kajikia audax*), propiciando una considerable derrama económica por concepto de pesca deportivo-recreativa. Anteriormente esta actividad fue analizada desde un enfoque biológico o económico, el presente estudio analizó esta actividad considerando los aspectos biológicos, económicos e incluyó un análisis de características socioeconómicas del pescador recreacional por medio del Método Costo de Viaje. El motivo de incluir estas variables en el análisis es identificar el estado actual del recurso, conocer los beneficios de la técnica de captura y liberación para el recurso y la perspectiva de la misma por parte del pescador recreacional. El objetivo del presente estudio fue identificar por medio de un modelo bioeconómico si la práctica de la técnica “capturar y liberar” permite incrementar la disponibilidad del recurso y si esto afecta la operación de la flota recreativa. Los resultados del modelo indicaron que el estado del recurso es saludable, indicando que la práctica de pesca recreativa de manera tradicional no pone en riesgo el recurso, sin embargo, la implementación de la técnica captura y liberación para la especie marlin rayado (*Kajikia audax*) favorece la disponibilidad del recurso, ya que permite llegar en un mediano plazo a cifras cercanas a la biomasa inicial. En lo referente a la operación de la flota se identificó que las embarcaciones que generan mayores rendimientos económicos son aquellas de 32, 31 y 28 pies, en lo referente a los viajes de pesca, predominaron aquellos con duración de 5 horas, acudieron 3 pescadores promedio por viaje y el promedio de viajes realizados durante la estancia fue de 1. La aceptación por la práctica de la técnica “capturar y liberar” fue favorable, al igual que el porcentaje de pescadores que continuarían acudiendo a la zona pese a que únicamente pudieran practicar pesca deportiva en dicha modalidad, lo que hace evidente la creciente concientización de los usuarios por llevar la actividad de manera sustentable. En lo que se refiere al pescador recreativo, se determinó el perfil del pescador que acude a la zona de Cabo San Lucas conforme a los datos recabados durante la aplicación de encuestas y los resultados del método costo de viaje, mismo que permitió generar un cálculo de una derrama de \$82,054,500 dólares. Por lo que se concluye que la actividad de pesca recreacional no solo proporciona beneficios económicos ya que favorece la conservación de la especie, así mismo la implementación de la técnica captura y liberación permite aumentar la disponibilidad del recurso, situación que puede aumentar el atractivo de la zona de estudio para el pescador recreacional al aumentar su probabilidad de captura.

Palabras clave: *Bioeconomía, sustentabilidad, perfil pescador, captura-liberación, estrategia pesquera.*


Vo.Bo. Dr. Germán Ponce Díaz
Co-Director


Vo.Bo. Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Co-Director

Summary

Los Cabos Baja California Sur region is internationally recognized for striped marlin (*Kajikia audax*) high capture levels, generating a considerable amount of profits generated by sport fishing. This activity was analyzed with a biologic and economic approach, the present study analyzes the activity considering biological and economical aspects and include a study to analyze socioeconomic characteristics of anglers using travel cost method. The motive to include those variables in the analysis was identify the actual state of the resource, identify catch and release benefits to resource and catch and release angler's perspective. The aim of this study was identified true a bioeconomic analysis if catch and release practice improve the availability of the resource and if this practice could affect the sport fishing fleet. The results of the model indicate a healthy state of the resource and traditional sport fishing does not affect generate danger to the resource, nevertheless, catch and release technique to striped marlin specie (*Kajikia audax*) improve the availability of the resource to initial biomass in a medium term. The research identified recreational fleet operation generate the biggest improve with 32,31 and 28 feet boats, in relation with fishing trips, predominated 5 hours fishing trips with 3 anglers per fishing trip and 1 fishing trip per stay. The catch and release technique acceptance were favorable, and the anglers came back proportion if only could practice catch and release was high, generating a clearly evidence to awareness raising from anglers to practice sport fishing in a sustainable way. In reference to angler, it was determinate a Cabo San Lucas angler's profile considering survey and travel cost method results, this method allowed to generate a \$82,054,500 USD estimation of incomes to the study area. This study concludes that recreational fishing improves not only economical aspects, it generates biological benefits to preserve the resource, the catch and release implementation could increase resource availability, this situation could enhance the study area attraction to angler's with highest capture probabilities.

Key words: Bioeconomics, sustentability, angler's profile, catch-release, fishing strategy.



Vo.Bo. Dr. Germán Ponce Díaz
Co-Director



Vo.Bo. Dr. Luis Felipe Beltrán Morales
Co-Director

Dedicatoria

A Dios por acompañarme en todos mis momentos de felicidad, angustia y desesperación durante este proceso. Gracias por darme la fuerza e ímpetu para no desistir.

A mi Esposo, por comprender mis cambios de humor, desvelos y ataques de estrés durante estos últimos tres años, pero sobre todo por ser la razón de mis sonrisas y confortarme.

A mis padres, Obsidiana y Fernando por apoyarme y motivarme en formarme continuamente como profesionista.

A mi hermano por los masajes y pizza en momentos de estrés.

A mis abuelos por estar al pendiente de mí, confortarme y guiarme. Gracias por ser parte fundamental de mi formación como ser humano y por los valores que me inculcaron.

A mis tíos por creer en mí.

A mi princesa Brianda, que espero algún día siga mis pasos y siempre sea tan aplicada en la escuela como lo es hoy.

A Víctor y Bruno por distraerme y ayudarme a mejorar mi humor.

A mi amiga Karlita Barrera y su familia. Gracias por tu amistad y apoyo en cada una de las visitas a la ciudad de Mérida.

A mis amigos Gloria, Laura, Jaime, Carmelita, Mariana, Feliciano, Lupita, Jesús, Oswaldo, Polo, Maren, Enrique, Raúl, José, Javier, Miguel, Magali, María José y Xchel, por estar presentes y apoyarme siempre durante este proceso.

Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México por la beca 589264 otorgada para la realización de mis estudios de posgrado.

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por aceptarme en el programa de Doctorado.

A la dirección de posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste por el apoyo otorgado para realizar las estancias de investigación. Especialmente a las Doctoras Eliza Serviere Zaragoza, Norma Yolanda Hernández Saavedra y Gracia Alicia Gómez Anduro, que siempre me brindaron su apoyo.

A Leticia González Rubio Rivera, Osvelia Ibarra Morales y Tania Verónica Nuñez Valdez, por su invaluable apoyo, amabilidad y disposición. Gracias por su ayuda, pero sobre todo por brindarme una hermosa sonrisa siempre.

Gracias a Susy y Esther por apoyarme siempre a ubicar libros y artículos. Gracias por su apoyo y amabilidad.

Gracias a Claudia y Horacio quienes siempre me orientaron y apoyaron, además de siempre saludarme con mucha alegría.

A mis directores de Tesis por su apoyo y motivación para ingresar al programa.

Al Comité Tutorial, por las atenciones y apoyo prestados durante el programa de doctorado. Gracias por su invaluable aporte para mejorar la calidad de esta investigación y la paciencia que mostraron.

A la Doctora Sofía Ortega por apoyarme con los viajes a la zona de estudio y preocuparse por incrementar mis conocimientos de la especie marlín rayado.

Al Doctor Álvaro Hernández Flores, por apoyarme con el desarrollo del modelo Bioeconómico y su ardua labor para la redacción de uno de mis artículos.

Al Doctor Luis Cesar Almendarez por su apoyo invaluable para lograr la aceptación de la publicación de mi primer artículo científico y permitir que este sueño se hiciera realidad en 2019.

Al Doctor José Alberto Zepeda, por estar al pendiente de mi formación durante mis primeros dos años en el programa.

Al Doctor Juan Carlos Seijo por su invaluable apoyo y compartir su conocimiento, gracias por transmitir con tanta pasión e ímpetu sus conocimientos. Usted demuestra lo que significa “Ser para servir”.

Al Programa de pelágicos mayores del Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.

A la Universidad Marista de Mérida, por recibir con los brazos abiertos a los estudiantes del programa y brindarnos cursos de excelente calidad con profesores reconocidos a nivel internacional por su aporte a la rama de la Bioeconomía.

Contenido

Resumen	i
Summary	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	vi
Lista de figuras	viii
Lista de tablas	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 La pesca deportivo-recreativa en el Mundo	1
1.2 La pesca deportivo-recreativa en México	2
1.3 La pesca deportivo-recreativa en Baja California Sur	3
1.4 Especie en estudio	5
2. ANTECEDENTES	10
2.1 Aspectos pesqueros.....	10
2.2 Aspectos económicos.....	11
2.2.1 Método de costo de viaje.....	12
2.3 Captura y liberación	15
3. JUSTIFICACIÓN	18
4. HIPOTESIS	19
5. OBJETIVOS	20
5.1 Objetivo general	20
5.2 Objetivos particulares	20
6. MATERIALES Y MÉTODOS	21
6.1 Área de estudio	21
6.2 Obtención de información.....	21
6.2.1 Fuentes primarias (Aplicación de encuestas)	22
6.3 Estimación del estado del recurso	23
6.3.1 Modelo estructurado por edades	23
6.3.2 Evaluación del estado del recurso	24
6.4 Sub-Modelo económico.....	28
6.4.1 Valores de Sub-Modelo económico	28

6.5 Método costo de viaje.....	30
6.5.1 Obtención de información.....	30
6.5.2 Desarrollo del modelo.....	32
6.6 Caracterización del perfil del pescador deportivo-recreativo.....	33
6.6.1 Análisis de información.....	34
6.7 Escenarios a explorar.....	34
7. RESULTADOS.....	36
7.1 Aspectos biológicos.....	36
7.2 Efectos de la técnica de captura y liberación en el recurso marlin rayado.....	40
7.3 Aspectos económicos.....	42
7.4 Aspectos Socioeconomicos.....	45
7.5 Costo de viaje	54
8. DISCUSION	56
8.1 Aspectos Biológicos	57
8.2 Aspectos Económicos	58
8.3 Aspectos socioeconómicos	60
9. CONCLUSIONES	65
10. LITERATURA CITADA	67
11. ANEXOS	76
Anexo A. Medidas morfo métricas del marlin rayado.....	76
Anexo B. Encuesta aplicada al pescador recreacional	77
Anexo C Distribución de marlin rayado.....	81
Anexo D Diagrama explicativo de construcción del análisis bioeconómico.....	82
Anexo E Conceptos considerados para el cálculo de costos de operación.....	83
Anexo F Artículo aceptado " Caracterización socioeconómica de la pesca deportiva en tres localidades de Baja California Sur, México".....	84
Anexo G "Catch and release effects in striped marlin (<i>Kajikia audax</i>) Population: the case study Los Cabos, Baja California Sur, México	105

Lista de figuras

Figura 1. Descripción del marlin rayado.....	6
Figura 2. Ubicación del área de estudio, Cabo San Lucas, Baja California Sur, México (elaboración propia)	21
Figura 3. Proyección del stock de marlin rayado de 1960 a 2030. Las líneas discontinuas son los intervalos de confianza (95% IC).....	37
Figura 4. Mortalidad por pesca de marlin rayado.....	38
Figura 5A. Comportamiento de variables reclutamiento y stock desovante, considerando una pesca recreacional tradicional.....	38
Figura 5B. Relación reclutamiento y stock desovante de marlin rayado 1990 a 2030.....	39
Figura 6. Captura observada (puntos oscuros) para el marlin rayado de 1990 a 2010, y los valores proyectados (línea negra) por el modelo bioeconómico. Las líneas punteadas muestran los diferentes intervalos de confianza (95% IC).	40
Figura 7. Población estimada bajo tres diferentes escenarios, la línea gris oscuro representa un 0% de esfuerzo, la línea gris representa la modalidad de capturar y liberar al 100% y la línea negra indica la modalidad de pesca de manera tradicional. Las líneas punteadas muestran los límites superiores e inferiores de confianza (95% IC).	41
Figura 8. Esfuerzo aplicado por la pesca recreativa con un objetivo de esfuerzo final de la proyección de 33,000 viajes de pesca (la línea gris muestra el esfuerzo aplicado en modalidad tradicional, la línea negra indica el número de organismos capturados bajo la modalidad capturar y liberar. Las líneas punteadas indican los límites inferiores y superiores de cada escenario.	41
Figura 9. Comparación del Valor Presente Neto (VPN) de los beneficios netos por tipo de embarcación de pesca deportiva (de manera individual). Las barras representan valores promedio, las líneas indican la desviación estándar y los asteriscos los valores máximos, para todo el periodo de simulación.	43
Figura 10. Ganancias por tipo de embarcación considerando VPN (tipo de cambio 2017).	44

Figura 11. Proyección del valor presente neto de las ganancias para toda la flota recreacional.....	44
Figura 12. Demanda observada en número de viajes por año (puntos negros). La tendencia de la demanda según lo previsto por el modelo a valores promedio se representa en la línea negra. Las líneas discontinuas son intervalos de confianza (95% ic) y las líneas grises indican los valores máximos y mínimos que pudieran presentarse de acuerdo a los resultados del análisis montecarlo.	45
Figura 13. Origen de los pescadores deportivo-recreativos que acuden a la zona de Los Cabos.	46
Figura 14. Género de pescadores recreacionales que practica pesca deportiva..	46
Figura 15. Edad del pescador deportivo-recreativo que acude a la zona de Los Cabos.	47
Figura 16. Ingresos de los pescadores deportivo-recreativos que acuden a la zona de Los Cabos, valores promedio por rango.	48
Figura 17. Tiempo (expresado en horas) que invierte el pescador deportivo para llegar a la zona de Los Cabos.	49
Figura 18. Distancia recorrida por los pescadores recreacionales para llegar a la zona de estudio. Datos expresados en kilómetros.	49
Figura 19. Pescadores deportivo-recreativos por viaje de pesca.	50
Figura 20. Horas de viaje de pesca del pescador recreacional, expresado en horas.	50
Figura 21. Motivación para practicar pesca deportiva. Datos expresados en porcentaje.	51
Figura 22. Nivel de experiencia del pescador deportivo-recreativo que acude a la zona de Los Cabos.....	51
Figura 23. Nivel de satisfacción del pescador recreacional, estimado en escala de percepción que va de excelente a muy malo.	52
Figura 24. Pescadores deportivos que realizaron la técnica de captura y liberación durante el viaje de pesca. Información expresada en porcentaje.....	52
Figura 25. Proporción de pescadores deportivos que regresaría al área de estudio en caso de permitir la práctica de captura y liberación. Información expresada en porcentaje.	53

Lista de tablas

Tabla I. Parámetros biológicos implementados en la construcción del modelo bioeconómico.....	24
Tabla II. Composición de flota de pesca deportiva de Los Cabos que muestra la estimación de costos fijos y variables, precios por viaje de pesca por tipo de embarcación.....	30
Tabla III. Descripción de las variables de costo de viaje individual.....	31
Tabla IV. Composición de flota de pesca deportiva de Los Cabos que muestra la estimación de costos fijos y variables, precios por viaje de pesca por tipo de embarcación.....	42
Tabla V. Coeficientes estimados por el modelo Método Costo de Viaje (MCV)....	55

1. INTRODUCCIÓN

La pesca deportivo-recreativa es social y económicamente importante para el uso de los recursos pesqueros, en la mayor parte del mundo (Cooke y Schramm, 2007). Es uno de los pasatiempos más populares (Sutinen y Johnston, 2003) practicado por un estimado del 11.5% de la población mundial (Cooke y Cowx, 2004). Esta actividad ha tomado fuerza en los países desarrollados, aumentando conforme lo va haciendo el tiempo de ocio y acumulación de riqueza (Pitcher y Hollingworth 2002), por lo que a nivel internacional esta actividad genera una considerable demanda.

En los últimos años, el enfoque de protección a las poblaciones de especies amenazadas por actividades antropogénicas e incluso de sobreexplotación, promueve la técnica de captura y liberación (Gupta *et al.*, 2015) durante la práctica de la pesca deportivo-recreativa, debido a que el pez liberado con vida tiene la probabilidad de generar la existencia de un número mayor de organismos, favoreciendo el crecimiento de la población (Pine *et al.*, 2008).

1.1 La pesca deportivo-recreativa en el mundo

En los Estados Unidos de América (EUA) un estimado de 35.8 millones de pescadores practican la pesca deportivo-recreativa (American Sportfishing Association: 2018); tan solo en el año 2000 nueve millones de pescadores deportivo-recreativos realizaron 75 millones de viajes de pesca al Atlántico, costas del Pacífico y Golfo de México, y capturaron un estimado de 429 millones de ejemplares (Sutinen y Johnston, 2003). Por su parte Nueva Zelanda cuenta con un estimado de 700,000 pescadores recreativos anualmente y se estima que es la quinta actividad más popular para adultos (New Zealand marine research foundation, 2016).

El Marine Recreational Fisheries Statistics Survey indicó que el número de viajes destinados a pesca deportiva en Estados Unidos incrementó un 20% por año, de

1996 a 2000 y cerca de una tercera parte de este crecimiento ocurrió en la región del Golfo de México, seguido por las regiones sur y media del Atlántico (Sutinen y Johnston, 2003). Según los datos del censo nacional estadounidense se identificó que en 2018 los pescadores deportivos norteamericanos realizaron un total de 883,000 viajes de pesca dentro de su país (Recreational boating and fishing foundation y The outdoor fundation, 2019).

1.2 La pesca deportivo-recreativa en México

Durante del periodo comprendido de 1900 a 1950, comenzó el desarrollo de la pesca deportiva de peces de pico (pez vela (*Istiophorus platypterus*), marlin rayado (*Kajikia audax*), marlin negro (*Istiompax indica*) y marlin azul (*Makaira nigricans*) y actualmente se mantiene como una de las principales atracciones de los desarrollos turísticos. Durante este periodo, el gobierno mexicano estableció como jurisdicción un total de 12 millas náuticas como su mar territorial y comenzó con el trámite de licencias de pesca deportiva. El inicio de la pesca comercial se llevó a cabo de 1960 a 1989, con la llegada de las embarcaciones atuneras palangreras japonesas, donde los peces de pico fueron pescados incidentalmente (Sosa-Nishizaki, 1998).

El 28 de agosto de 1987 se dio a conocer el decreto presidencial para regular el aprovechamiento de las especies de peces de pico en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del litoral del Océano Pacífico (DOF, 1987) el cual comprende 200 millas náuticas, lo que permitió que México desarrollara su flota palangrera desde 1980 (Sosa-Nishizaki, 1998).

Debido a la interacción entre la flota comercial y deportiva, se realizaron esfuerzos para manejar ambas (Sosa-Nishizaki, 1998); sin embargo, este hecho trajo consigo problemas entre los pescadores deportivos y comerciales ya que el esfuerzo de pesca de la flota comercial sobre el marlin y el pez espada influía considerablemente en la disponibilidad de especímenes.

En 1990 se prohíbe la pesca comercial de marlin y pez vela, permitiéndose únicamente la pesca comercial de pez espada (Sosa-Nishizaki, 1998). Posteriormente la NOM 017 PESC 1994 destina 6 especies de manera exclusiva para la práctica de pesca deportiva, incluyendo peces de pico (pez vela (*Istiophorus platypterus*), marlin rayado (*Kajikia audax*), marlin negro (*Istiompax indica*) y marlin azul (*Makaira nigricans*) pez gallo (*Nematistius pectoralis*), pez dorado (*Coryphaena hippurus*) y sábalo (*Prochilodus lineatus*).

Actualmente, esta actividad puede practicarse en más de 150 lugares en el país ya sea desde embarcaciones, tierra o de manera subacuática (Ibáñez, 2011). El esfuerzo aplicado a dichas especies es regulado mediante la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables (2007), en su artículo 70 el cual estipula que “se establecerán las épocas, zonas y tallas mínimas de pesca, el número máximo de ejemplares susceptibles de captura por pescador deportivo por día, así como las características particulares de las artes y métodos de pesca permitidos”.

CONAPESCA (2009) señaló que la derrama económica generada por esta actividad a nivel nacional fue valorada en el año 2000 en 2 mil millones de dólares (Hernández *et al.*, 2012), siendo los principales puertos: Los Cabos, Buenavista en Baja California Sur y Mazatlán Sinaloa (DOF, 2012).

1.3 La pesca deportivo-recreativa en Baja California Sur

En el Estado de Baja California Sur, las zonas de Los Cabos y Los Barriles-Buenavista concentran la mayor actividad de la pesca deportivo-recreativa (Klett-Truelsen *et al.*, 1996). En lo que se refiere a la pesca recreativa de marlin rayado en Baja California Sur, esta ha existido desde 1930 aproximadamente (Sosa-Nishizaki, 1998). Destacando que la actividad de pesca deportivo-recreativa aporta gran cantidad de divisas, que han sido estimadas en alrededor de 633 millones de dólares, dividiendo su impacto económico total en tres partes (Soutwick *et al.*, 2008; Sevilla, 2013):

1) “Impactos directos, incluyen los beneficios económicos obtenidos por servicios directos a los pescadores deportivos resultado del alquiler de embarcaciones, hospedaje y transporte.

2) Impactos indirectos, los ingresos recibidos por las empresas que apoyan a las compañías que se benefician directamente de los pescadores deportivos, como proveedores de alimento a los restaurantes, distribuidores de combustible a embarcaciones y paseos secundarios en los hoteles.

3) Impactos inducidos, los cuales son generados por los empleados que gastan sus ingresos dentro del mismo ámbito de pesca deportiva, por lo tanto, un gran número de personas se beneficia por las divisas importadas de los pescadores visitantes”.

Klett *et al.* (1996), indicaron que los principales gastos realizados por los pescadores recreativos se centraban en diversos servicios como taxidermia, ahumado y fileteado, carnada y venta de artículos para pesca recreativa, transporte, alimentos y hoteles; esto solamente considerando las características generales de la pesquería deportivo-recreativa en las zonas de Los Cabos y Buenavista. Así mismo señalan al marlin rayado como la especie dominante en la captura de peces de pico (pez vela (*Istiophorus platypterus*), marlin rayado (*Kajikia audax*), marlin negro (*Istiompax indica*) y marlin azul (*Makaira nigricans*), con un 80% de presencia en la captura total de ese tipo de peces en la zona de Los Cabos, y el 45% para la zona de Buenavista aproximadamente.

Ditton *et al.* (1996) analizaron el aspecto socioeconómico de la pesca recreativa, aplicando una serie de encuestas en las zonas de Los Cabos y Cabo del Este (Buena Vista y Los Barriles), estimando que el gasto realizado por el turista por concepto de pesca recreativa fue de US \$24 millones de dólares americanos, generando un impacto económico indirecto estimado en US \$54 millones.

En lo que se refiere a las capturas, Pérez (2004) analizó el comportamiento de los pescadores recreacionales ante la práctica de la técnica captura y liberación, así mismo incluyó una estimación de la cantidad de peces capturados que son fileteados, indicando que se generó un impacto económico de \$10,935,477 dólares en un periodo de seis meses.

La Secretaria de Turismo (SECTUR) de Baja California Sur reportó que “la zona cuenta con 743 espacios marinos y 250 secos para albergar embarcaciones de pesca deportiva y en ese mismo año la capitania de puerto de Cabo San Lucas y San José del Cabo manifestaron que operaron 509 embarcaciones y realizaron 32,166 viajes para atender a 94,218 pescadores deportivos (SECTUR, 2014)”.

Se destaca que el mayor incremento de esfuerzo pesquero (viajes de pesca) en el contexto regional durante la última década, se registró en esta zona al pasar de 30,000 a más de 55,000 viajes anuales (DOF, 2012) el cual se atribuye al proceso de incorporación de nuevas embarcaciones, renovación y readaptación de las ya existentes, lo que ha permitido a la flota reducir los tiempos de búsqueda y mejorar la posibilidad de captura del recurso.

1.4 Descripción del marlin rayado (*Kajikia audax*)

Esta especie era anteriormente conocida como *Tetrapturus audax* (Collete *et al.*, 2006). Es una especie altamente migratoria considerada una especie epipelágica, con un cuerpo alargado moderadamente comprimido de manera lateral (Nakamura, 1985; Sevilla, 2013), que cuenta con 10 o más rayas de color cobalto, las cuales separan un cuerpo superior oscuro y una superficie ventral blanca, cabeza grande, boca con pequeños dientes en ambas mandíbulas y paladar, cuerpo cubierto por escamas irregulares que están enterradas muy profundamente en la piel, dos quillas caudales (que se localizan a ambos lados de la cola cerca del pedúnculo), cola profundamente bifurcada (Bromhead *et al.*, 2004).

Cabe señalar que el marlin rayado suele ser confundido con el marlin negro y azul, sin embargo, pueden ser diferenciados en virtud de las siguientes características que posee la especie:

1. Aletas pectorales en forma de hoja plana que se pliegan contra el cuerpo (Ueyanagi y Wares, 1975)
2. Una aleta dorsal alta y la altura es cercana o igual a la profundidad del cuerpo, aletas largas pélvicas o ventrales, escamas irregulares espaciadas en la piel, una mandíbula larga y esbelta, de punta aguda y, a menudo, de color salmón anaranjado (Pepperell y Grewe, 1998).
3. La relación de dos longitudes, que son la punta de la mandíbula inferior a la horquilla caudal, y la parte posterior de la órbita del ojo a la horquilla caudal, se puede utilizar para separar al marlin rayado del azul, la proporción para estas dos especies es 0.83-0.86 y 0.86-0.89 respectivamente (Pepperell y Grewe 1998).
4. El marlin rayado también es más delgado que el marlin negro y azul (Bromhead *et al.*, 2004).

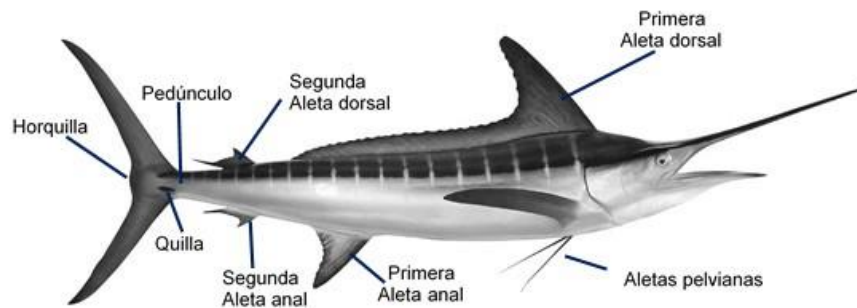


Figura 1. Descripción del marlin rayado.

Durante el proceso reproductivo las hembras maduras son capaces de liberar entre 11-29 millones de huevos por temporada de desove (la fertilización se lleva a cabo de manera externa), lo que hace que *Kajikia audax* sea considerada una especie altamente reproductiva. Estos huevos cuentan con una forma esférica y pueden medir entre 1-1.5 mm de diámetro, tienen color transparente y cuentan con un glóbulo de aceite (Morrow, 1964).

De acuerdo con González-Armas *et al.* (1999) los grupos de desove de marlin rayado en costas mexicanas se presentaron entre el segundo y tercer trimestre del año, particularmente para el caso de la flota deportiva mexicana ubicada en las zonas de: Mazatlán, Sinaloa y Buena Vista, Baja California Sur (considerando datos del índice gonadosomático de la serie de datos colectados de 1967 a 1970) dedujeron que el marlin rayado emigra de las zonas costeras a desovar durante julio y posiblemente agosto.

La edad de madurez del marlin rayado es entre los 2-3 años (Nakamura, 1985), siendo su talla de primera madurez en la clase modal 155-165 cm de longitud postorbital (LPO) (Melo-Barrera, 2001) cuenta con una esperanza de vida de 10 años, al conseguir una talla máxima de 350 cm de longitud total y 200 kg de peso (Nakamura, 1985). La flota deportiva en Cabo San Lucas captura ejemplares de marlin rayado entre 160 y 280 cm de longitud mandibular (LM), con un mayor porcentaje de organismos entre 190 y 240 cm LM (Melo-Barrera, 2001).

Estudios realizados para la zona de Mazatlán y Cabo San Lucas confirman que el marlin rayado presenta un crecimiento acelerado en los primeros tres años de vida, alcanzando más del 70% de su longitud asintótica (Melo-Barrera y Uruga, 2004; Rubio Castro, 2011). Ueyanagi y Wares (1975) señalan que las larvas crecen muy rápidamente de una manera similar a otras especies pelágicas grandes como el atún y otros peces picudos. Cuando estas pasan a etapa juvenil, el hocico es muy alargado en relación con el resto del cuerpo, siendo este el estado de desarrollo más lento de esta especie.

En referencia a su alimentación y al igual que otros peces picudos y atunes, el marlin rayado es un pez carnívoro y un alimentador no selectivo (Bromhead *et al.*, 2004). La dieta del marlin rayado está compuesta de una variación considerable de especies, dependiendo de las estaciones y las localidades geográficas. Algunas de

las principales especies de las que se compone su dieta según lo indican Bromhead *et al.* (2004) son:

- *Fistularia* sp., *Auxis* sp. (atún), Calamar (África Oriental)
- *Scomberoesox saurus*, *Arripis trutta*, *Loligo* sp.(calamar), *Ommastrephes sloani* (calamar), *Caranx lutescens*, *Scomber japonicus* (Nueva Zelanda)
- Alepisauridae, Clupeidae (Mar de Tasmania)
- *Gempylus serpens*, *Cololabis saida*, *Engraulis mordax* (anchoveta de california), *Sardinops caerulea* (sardina), *Trachurus symmetricus* (California)
- *Auxis* spp., Bramidae, Gempylidae, calamar (Pacífico norte oriental)
- *Alepisaurus* sp. (atún)., Calamar (Pacífico sur oriental)
- Calamares (Perú-Chile)
- *Engraulis ringens* (anchoveta peruana), *Trachurus symmetricus*, squid (calamar) (Chile)
- *Etrumeus teres*, *Fistularia* sp., *Argonauta* sp.(molusco), Calamar (Mazatlán, México) *Etrumeus teres*, *Scomber japonicus*, *Fistularia* sp.
- Calamar (Baja California, México).

Esta especie puede ser localizada en aguas tropicales, subtropicales y templadas de los océanos Pacífico e Índico (Nakamura, 1985). Se encuentra distribuida a través del Océano Pacífico entre 45°N y 45°S (Anexo 3). De acuerdo a los resultados reportados por la Comisión Interamericana del Atún Tropical (Inter American Tropical Tuna Commission IATTC) (2018), existen diferentes stocks y el análisis de las pesquerías e información genética indican que estos se encuentran en: 1) Océano Pacífico Oriental (EPO por sus siglas en ingles), 2) Hawái y 3) Japón. Sin embargo, Lee *et al.* (2017) indican que la International Scientific Committee for Tuna and Tuna-like species, divide la población del marlin rayado en dos sub-stocks, Océano Pacífico Norte Occidental y Central (WCNPO por sus siglas en ingles) y EPO.

En lo que respecta al Océano Pacífico Oriental se distribuye desde Chile hasta el sur de California, siendo en las costas mexicanas donde se presenta la mayor abundancia de esta especie (Nakamura, 1985). Se ha identificado que para el marlin rayado las isotermas de entre 20 y 25 °C limitan su distribución, particularmente en el Pacífico.

Se ha reportado escasa presencia de organismos del marlin rayado en los meses de agosto, septiembre y octubre en Cabo San Lucas, B.C.S. y esta puede deberse a que los organismos se alejan de la zona costera de la Península con un movimiento hacia el sur para alcanzar las Islas Revillagigedo donde van a reproducirse (Eldridge y Wares, 1974); las tallas del marlin rayado en la región de Los Cabos registraron medidas históricas (1985-2010) promedio de 202 \pm 2 cm de longitud furcal , siendo registrada como talla máxima 213 cm y talla mínima 192cm de longitud furcal (DOF, 2012).

Con respecto de los niveles de captura de esta especie, se tiene que durante el año 2008 en Los Cabos la captura estimada de marlin rayado fue de 56,003 ejemplares (DOF, 2012), colocando a esta especie como el principal objetivo de la flota deportiva que opera en Cabo San Lucas. Los registros de pesca indican que esta especie constituye aproximadamente un 80% de la captura anual de peces de pico de la flota deportiva (Ortega *et al.*, 2015).

2. ANTECEDENTES

2.1 Aspectos pesqueros

Bromhead *et al.* (2004) realizaron un informe para el gobierno australiano, el cual revisa la información sobre la biología y ecología del marlin rayado, su condición en los océanos Índico y Pacífico y el esfuerzo aplicado para los sectores recreativos y comerciales, para poder describir la naturaleza y el alcance de la interacción entre estas pesquerías. El objetivo principal de esta investigación fue proporcionar a los administradores de pesquerías una base de información completa sobre la cual tomar decisiones de manejo relacionadas al marlin rayado.

Jensen *et al.* (2010) analizaron las capturas de marlin rayado realizadas por la flota comercial (flota de palangre japonesa) y flota recreativa (en la zona de Los Cabos, Baja California Sur), por medio de un modelo estructurado por edades con un enfoque en análisis de reducción de existencias (SRA por sus siglas en inglés). Se identifica un pequeño efecto en el reclutamiento o inmigración neta durante la presencia del fenómeno El Niño (ENSO), mientras que el efecto en el reclutamiento o inmigración neta resulta ser mayor durante la fase más fría que se presenta con el fenómeno de La Niña.

Sun *et al.* (2011) emplearon un modelo estructurado por edades, para la población del Océano Pacífico centro occidental (WCPO por sus siglas en inglés) de marlin rayado en el Océano Pacífico Norte donde se incluyen datos de: captura, tasa de captura y frecuencia de talla teniendo como objetivo examinar el estado actual de esta población. Se incluyeron en los análisis los datos de tasa de captura y frecuencia de talla del marlin rayado para las pesquerías japonesas, taiwanesas y hawaianas. Por su parte Lee *et al.* (2017) para la especie bacalao aplicaron el mismo modelo e integraron un análisis consistente de teoría de la utilidad de la demanda de viajes de pesca recreativa, para brindar asesoría relevante de las políticas a los administradores de la pesquería de peces de fondo en el noreste de los Estados Unidos de América.

De acuerdo con los resultados de Chagaris *et al.* (2019) un modelo estructurado por edades permite: 1) determinar si, en su caso, los cierres estacionales de la pesca podrían generar ganancias de biomasa a largo plazo, 2) identificar la eficiencia de la captura y las posibles reducciones de tasa de mortalidad por pesca, y 3) identificar posibles compensaciones entre especies asociadas con el desplazamiento del esfuerzo.

De tal forma que la aplicación de estos modelos permite identificar el posible número de organismos disponibles en la zona de estudio además de la proporción de individuos que corresponden a cada edad. Si bien este tipo de análisis incluye el nivel de esfuerzo aplicado por la pesca recreativa, no han generado información referente a los aspectos económicos que envuelven a la pesca recreacional. Un claro ejemplo de ello son los beneficios económicos que proporciona dicha flota en función del tamaño de embarcación empleada, por lo que el presente estudio incluye este análisis indicando los ingresos, costos y ganancias derivados de cada tipo de embarcación (Panga, 28,31, 32 y 35 pies) que opera en Los Cabos.

2.2 Aspectos económicos

En referencia a los aspectos económicos que rodean la actividad de la pesca recreativa, diversos enfoques han sido empleados. McConnell y Sutinen (1978) y Samples y Bishop, (1985) desarrollaron modelos enfocados a pesca deportiva, los cuales derivaban condiciones para la creación de políticas para el manejo óptimo de la pesquería, ambos tomando en cuenta estimaciones con y sin esfuerzo de pesca comercial (Anderson, 1983) destacando que McConnel y Sutinen (1978) proponen un enfoque de análisis bioeconómico.

Posteriormente Cox *et al.* (2003) hicieron una evaluación del esfuerzo permitido por las políticas de manejo de la pesca recreativa, bajo el supuesto de que la satisfacción experimentada por el pescador incrementa conforme lo hace su tasa de captura.

Olaussen y Skonhøft (2008) realizaron un análisis bioeconómico de la pesca recreacional de salmón del Atlántico donde utilizan un modelo de biomasa e identifican las formas en que las condiciones económicas y biológicas del salmón silvestre (*Salmo salar*) influyen en el esfuerzo, tamaño del stock, rentabilidad y adicionalmente estudian el beneficio de los pescadores.

Los beneficios económicos derivados de la actividad no solo impactan o favorecen al prestador de servicios encargado del viaje de pesca, esta actividad tiene como particularidad generar un efecto multiplicador, ya que los pescadores están dispuestos a invertir tanto su tiempo como dinero para viajar a la zona de estudio con el único objetivo de capturar especies como el marlin rayado, por lo que aerolíneas, cadenas hoteleras, restaurantes y transportistas se ven beneficiados por la llegada de pescadores recreacionales. Motivo por el cual el presente estudio implementa una evaluación de ello por medio del método de costo de viaje.

2.2.1 Método de costo de viaje

El método de costo de viaje suele ser utilizado para evaluar sitios recreacionales, por lo que autores como Caulkins *et al.* (1986); Liston y Heyes (1999); Bowker *et al.*; (1996); Fix y Loomis (1997); Bin *et al.*, (2005) lo emplearon para analizar distintas zonas recreativas. Ejemplos de la aplicación de este método para evaluar concretamente la pesca recreativa incluyen a Layman *et al.* (1996) y Boyle *et al.* (1998), quienes, basados en un metaanálisis, desarrollaron diferentes estudios en EUA.

De acuerdo con Chávez y Fisher (2001) este tipo de método tiene determinadas limitaciones, entre las cuales menciona:

1. Requiere coleccionar una gran cantidad de datos cuya adquisición es costosa.
2. Los resultados son sensitivos a los métodos estadísticos usados para especificar la relación de demanda.

3. El valor del tiempo es un concepto difícil de incorporar.
4. Algunos viajes son multipropósitos por lo que es difícil de discriminar las actividades recreativas.
5. Provee estimación deficiente de los beneficios, en el sentido que omite los valores de opción y de existencia, así como los beneficios potenciales de la gente que nunca ha visitado el sitio.
6. Los cambios en la calidad ambiental son difíciles de capturar y modelar por este método.

Sin embargo, de acuerdo con Pendleton y Mendelsohn (2000), quienes realizaron un análisis en referencia a los métodos de costo de viaje hedónico y modelo de utilidad aleatorio, tuvieron como resultado que ninguno de estos métodos es superior al otro, manteniendo un marco teórico de utilidad similar.

Por su parte la OECD (2002) indica que, el método de costo de viaje puede describirse en tres pasos:

- 1) “Realizar encuestas a la población de estas zonas (o bien entre los visitantes de la misma) donde se informe el número de visitas a la zona (durante el último año), lugar de procedencia, costo de traslado, así como sus características socioeconómicas como edad, ingreso, escolaridad, etc.
- 2) Con los datos obtenidos, se realiza una regresión, donde el número de visitas sea la variable dependiente, y el costo de viaje la variable independiente. De esta forma se obtiene la curva de demanda agregada de los servicios del objeto de estudio.
- 3) La curva de demanda obtenida es la que permitirá valorar, en términos monetarios cualquier cambio que produzca en la cantidad o calidad ofrecida por estos servicios, mediante un análisis de las modificaciones producidas en el excedente neto de los consumidores”.

Gómez (2012) afirma que “el costo de viaje se basa en la teoría del bienestar de la economía neoclásica, estos modelos en su versión simple tratan de calcular el número de viajes y/o visitas a un lugar determinado durante un lapso de tiempo o temporada. Para ello se realiza la aplicación de cuestionarios, mismos que permiten predecir el número de visitas al lugar de estudio”.

Cardona y Morales-Nin (2013) posteriormente investigaron en Isla Mallorca, España a través de la aplicación de cuestionarios, la percepción del pescador recreativo. Teniendo como resultados que los pescadores recreativos tienen una percepción positiva de las licencias, administradores y reglas de manejo. Androkovich (2015) realizó estimaciones de beneficios netos derivados de visitas recreativas al río Adán en el sur interior de la Columbia Británica, Canadá. Indicando tres categorías de visitantes, incluidos los visitantes multipropósito.

Ditton *et al.* (1996) por medio de aplicación de encuestas en la zona de estudio estimaron un beneficio económico de USD \$54 millones anuales, para la pesca deportiva en Baja California Sur, tomando en cuenta los gastos derivados en la contratación de: servicio de transportación, alojamiento, alimentos y viajes de pesca, así como taxidermia, ahumado y fileteado de los ejemplares capturados durante el viaje de pesca. Billfish Foundation (2008) por su parte reconoció la importancia internacional de la región de Los Cabos como centro turístico, identificando una derrama total acumulada de USD \$1,125 millones en el 2007, derivado del turismo internacional. En años posteriores la línea de investigación continuo y de acuerdo con el criterio de método de costo de viaje (MCV), Hernández *et al.* (2012) y Gómez y Boncheva (2013) estiman el beneficio económico de la actividad para las zonas de Los Cabos y Cabo del este.

Si bien el método de costo de viaje permite identificar las características socioeconómicas del pescador recreacional que acude a la zona de Los Cabos, permite a su vez identificar la perspectiva que este tiene tanto del servicio como de las regulaciones que tiene o podrían ser aplicadas a la pesca recreativa. Uno de los

principales puntos a identificar por medio de esta herramienta fue conocer la perspectiva del pescador recreativo en referencia a la técnica de captura y liberación, además de identificar si esto generaba o no un conflicto para los pescadores y si disminuye su interés por Los Cabos en caso de que la técnica de captura y liberación fuera la única permitida para realizar pesca deportiva.

2.3 Captura y liberación

En lo que respecta al manejo sustentable del recurso Cooke y Schramm (2007) indicaron que la investigación de la práctica captura y liberación puede ser aplicada para reducir lesiones, mortalidad y alteraciones subletales en el comportamiento y la fisiología de los organismos en los que se practica, proponiendo su aplicación para la conservación y manejo de la pesca deportiva. Considerando lo anterior, Alós *et al.* (2009) estudiaron la mortalidad generada por pescadores recreativos tras liberar al espécimen, con la finalidad de que sus resultados permitieran a los científicos, administradores de recursos pesqueros y pescadores tener una guía para minimizar la mortalidad, estrés y daños generados por el anzuelo en esta actividad.

Douglas *et al.* (2010) estimaron la mortalidad de los descartes durante la práctica de captura y liberación, al realizar una medición de la supervivencia después de la captura de especie por pescador, los autores señalaron que la mortalidad por captura y liberación puede socavar el valor de las prácticas del manejo de la pesquería (por ejemplo, los límites de longitud) y tener impacto en la sostenibilidad de la misma. Esto se debe a que en pesquerías recreacionales se suelen manejar cuotas de captura; sin embargo, no todas las especies cuentan con una talla mínima de captura o temporada de veda que proteja al recurso durante su época más vulnerable (reproducción). Siendo la práctica de la captura y liberación un medio adecuado que permita satisfacer las necesidades de los pescadores recreacionales de capturar determinada especie, pero al mismo tiempo en condiciones adecuadas

poder devolver el recurso al mar y permitir que se mantenga su ciclo reproductivo, de tal suerte que la población se incremente con el paso del tiempo.

Con la finalidad de evaluar los efectos regionales en la abundancia del marlin rayado, tras el cierre de la pesca comercial y tomando en cuenta las capturas que son liberadas en aguas mexicanas al practicarse la pesca recreativa, Jensen *et al.* (2010) generaron un análisis del manejo local de especies altamente migratorias; considerando la práctica de captura y liberación en Baja California para la especie de marlin rayado. Las herramientas utilizadas en el trabajo de Jensen *et al.* (2010) (modelo estructurado por edades e inclusión de fenómenos ENSO) se consideran sumamente útiles para el desarrollo de la presente investigación. Esto contribuye con el objetivo de generar información útil para proponer un manejo adecuado de la actividad, que permita la preservación del recurso, ya que como se indica por parte de Lluch *et al.* (2006) “la pesca constituye una fuente vital de alimentos, empleo, recreación, comercio y bienestar económico, tanto para las generaciones presentes como para las futuras, por lo tanto, debería llevarse a cabo de forma responsable en sus modalidades comercial y recreativa”.

Reportes anecdóticos sugieren que, en años recientes, durante la práctica de pesca deportivo-recreativa la técnica de captura y liberación se aplica con mayor frecuencia (Pine *et al.*, 2008) y este esfuerzo de preservación ha sido diseñado para reducir la mortalidad provocada por el estrés, lesiones y el creciente riesgo de depredación (Pine *et al.*, 2008). De acuerdo con Domeier *et al.*, (2003) aproximadamente la tasa de sobrevivencia promedio del marlin rayado que es liberado mediante esta técnica es del 75%, pero varía dependiendo del tipo de arte de pesca utilizado.

Actualmente la técnica de captura y liberación puede ser implementada como medida de protección a las especies, de tal forma que su manejo resulte sustentable y permita la permanencia de un recurso en el tiempo y así las futuras generaciones puedan tener acceso al mismo. Otro uso o beneficio que resulte de esta medida es

usarla como estrategia para aumentar la disponibilidad de un recurso, particularmente el renombre que ha generado Los Cabos a nivel internacional deriva del histórico de altas tasas de captura de organismos de marlin rayado, por lo que la implementación de la técnica de captura y liberación fue explorada en el presente estudio, identificando si la tasa de CPUE aumenta considerablemente o no tras su aplicación.

3. JUSTIFICACIÓN

La pesca deportivo-recreativa es una de las principales actividades del sector turístico de Baja California Sur, por lo que es necesario identificar en qué condiciones opera esta actividad, puesto que el éxito de la misma no depende solamente de la infraestructura y una flota competitiva; por lo que es de interés considerar elementos biológicos y económicos, que deben tomarse como un todo si se pretende asegurar la permanencia del recurso. El presente estudio genera información relevante para el manejo de esta actividad considerando aspectos económicos, sociales y biológicos. Mediante la aplicación de encuestas se obtuvo la información socioeconómica que permitió identificar la presencia del pescador recreativo se en la zona de estudio y la aceptación de la técnica capturar y liberación. Esta información se integró en un modelo bioeconómico estructurado por edades con un submodelo económico, el cual nos permite identificar el número de individuos existentes de *Kajikia audax* en la región de Los Cabos y el posible aumento de la población (al considerar la incorporación de organismos de cada cohorte), el comportamiento de la población ante diversos niveles de esfuerzo (considerando la técnica de captura y liberación), el número de viajes y los rendimientos económicos derivados de la flota deportivo-recreativa, por lo que se proporcionan elementos que pueden favorecer un manejo sostenible de la actividad y la preservación del recurso.

4. HIPOTESIS

La implementación de la técnica captura y liberación para la especie marlin rayado favorecerá la disponibilidad del recurso sin impactar negativamente los beneficios económicos generados por la flota recreativa en la zona de Los Cabos B.C.S.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Identificar por medio de una proyección a través de un modelo bioeconómico de la pesca recreativa de marlin rayado basado en estructura por edades, si la técnica de captura y liberación permite aumentar la disponibilidad del recurso sin afectar negativamente los beneficios económicos generados por la flota recreativa y la preferencia del pescador recreacional por la zona de estudio.

5.2 Objetivos particulares

5.2.1 Describir el estado del recurso marlin rayado (*Kajikia audax*) y realizar una proyección para el año 2030 que permita identificar tendencias de la población (aumento o disminución) ante diversos niveles de esfuerzo considerando el impacto que tiene la técnica de pesca denominada captura y liberación en el recurso marlin rayado.

5.2.2 Construir un modelo bioeconómico estructurado por edades que considere los beneficios económicos que proporciona la flota recreacional en conjunto y por tipo de embarcación.

5.2.3 Identificar los beneficios económicos derivados de la actividad pesca deportivo-recreativa según el tipo de embarcación.

5.2.4 Caracterizar el perfil del pescador recreacional que acude a la zona de Los Cabos y su percepción por la técnica de captura y liberación.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Área de estudio

La localidad de Los Cabos se encuentra ubicada en el extremo sur de la península de Baja California ($22^{\circ}53' N$ y $109^{\circ}54' W$) (Melo-Barrera y Uruga 2004), como se muestra en la Figura 1. Este sitio es considerado el principal destino turístico del estado de Baja California Sur y en 2016 fue visitado por un total de 1,447,920 personas (INEGI, 2017).

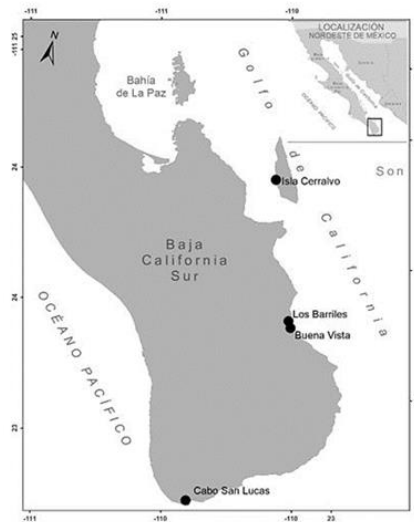


Figura 2. Ubicación del área de estudio, Cabo San Lucas, Baja California Sur, México (elaboración propia).

6.2 Obtención de información

Puesto que “en esta región el marlin rayado se pesca todo el año, presentando mayores niveles de incidencia de diciembre a junio y valores por debajo del promedio, de agosto a octubre (DOF, 2012)”, se requirió la aplicación de encuestas socioeconómicas durante todo el año para obtener una muestra representativa de los pescadores deportivo-recreativos y en qué meses obtienen mayor satisfacción, ya que se ha mencionado que la satisfacción disminuye a medida que el esfuerzo de pesca aumenta (Cox y Walters, 2002).

6.2.1 Fuentes primarias de información (Aplicación de encuestas)

Se diseñó un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas, consta de 21 reactivos (ver Anexo 2) que facilitaron el acopio de información socioeconómica de interés como: precio de viaje de pesca, días de pesca durante la estancia, percepción de la técnica de captura y liberación etc., la cual permitió alimentar la sección económica del modelo bioeconómico.

Mediante la técnica de muestreo aleatorio simple (Sweeney, 2008), se determinó un tamaño de muestra de 383 encuestas, correspondiente a una población de 94,218 pescadores considerando el número de licencias de pesca emitidas en 2012, con un factor de confiabilidad del 95% y un margen de error del 5%.

$$n = \frac{N * \alpha^2 * p * q}{d * (N - 1) + Z * p * q} \quad (1)$$

Donde:

N = Total de la población

$Z = 0.05 = 1.96$ al cuadrado (95%)

p = Probabilidad de 0.05

$q = 1-p$

$d = 5\%$ de error

Durante el periodo de mayo de 2016 a junio de 2017, se aplicaron encuestas mensualmente, acudiendo al área de estudio durante tres días por mes (lunes-miércoles) que son los días en los que se reportan más viajes de pesca. Esto se debe a dos motivos: 1) la amplia oferta de actividades de recreación en el área de Los Cabos y 2) el periodo en que los pescadores arriban al destino y regresan a sus lugares de origen son generalmente de viernes a domingo. Este esfuerzo de acopio de datos permitió recabar un total de 402 encuestas al final del periodo de muestreo.

6.3 Estimación del estado del recurso

El marlin rayado es una de las principales especies que atraen a los pescadores deportivos al área de Cabo San Lucas. Esto hace necesario contar con una herramienta que permita identificar el estado del recurso y a su vez las tallas que pueden ser capturadas en un periodo determinado. Jensen *et al.* (2010) desarrollaron precisamente un modelo para evaluar el estado del stock de marlin rayado en el área de Baja California, México. Ellos emplearon un modelo de análisis conocido como reducción de stock o “stock-reduction” (SRA). Este modelo es estructurado por edades por lo que se ha convertido en una excelente opción para evaluar el recurso, considerando que este tipo de modelo permite identificar un número estimado de organismos por grupo de edad (proporciona información en referencia a peso y longitud), y se puede estimar un aproximado de cuántos organismos juveniles y adultos se encuentran disponibles en el stock.

6.3.1 Modelo estructurado por edades

La construcción de este modelo poblacional empleado en el presente trabajo se basó en el modelo desarrollado por Jensen *et al.* (2010), mismo que se actualizó con datos recientes y se incorporó el subsistema económico. El subsistema biológico requirió de un conjunto de parámetros biológicos del stock de marlin rayado, los cuales permitieron realizar los cálculos pertinentes. Si bien, el modelo publicado por Jensen *et al.* (2010) no muestran los valores de todos los parámetros empleados, para reconstruir dicho modelo se procedió a identificar en la literatura el valor de los parámetros necesarios y a recalcular aquellos que no eran explícitos, siguiendo los criterios de que las trayectorias de biomasa fueran similares a las publicadas por dichos autores. En la tabla I se muestran estos parámetros y los símbolos que los representan.

Tabla I. Parámetros biológicos implementados en la construcción del modelo bioeconómico

Parámetros	Símbolo	Fuente
Mortalidad natural	M	Jensen <i>et al.</i> (2010).
Sobrevivencia	S	Jensen <i>et al.</i> (2010).
Parámetro ah de Vulnerabilidad	ah	Walters <i>et al.</i> (2006).
Parámetro de reclutamiento Beverton-Holt	α	Beverton y Holt (1957).
Parámetro de reclutamiento Beverton-Holt	β	Beverton y Holt (1957).
Índice de stock desovante	SSI	Jensen <i>et al.</i> (2010).
Parámetro de madurez	Z	Melo-Barrera, (2001).

Fuente: Presente estudio

6.3.2 Evaluación del estado del recurso

Para reconstruir la estructura de la población, se replicó el modelo realizado por Jensen *et al.* (2010), quienes emplearon un modelo de análisis de reducción de stock (SRA) estructurado por edad (Kimura y Tagart, 1982; Kimura *et al.*, 1984; Walters *et al.*, 2006) para estimar las tendencias de abundancia y parámetros de dinámica poblacional desde 1953 hasta 2002. Destacando que el presente trabajo se enfocó en la aproximación determinística del modelo mencionado de Jensen *et al.* (2010), quienes tuvieron como primer paso identificar la función dinámica del tamaño poblacional a través de la ecuación propuesta por Walters *et al.* (2006):

$$N_{a+1,t+1} = N_{a,t}S(1 - v_a U_t) \quad (2)$$

Donde, S es la tasa de supervivencia natural, v_a es la vulnerabilidad de pesca a la edad a (asumiéndola como constante a través del tiempo), U_t es la tasa estimada de explotación de peces totalmente vulnerables ($V_a=1$).

$$U_t = \frac{C_t}{\sum_a N_{a,t} V_a} \quad (3)$$

Donde, C_t es la captura anual de individuos.

$$C_t = f_t * N_j * q * \% \Delta q * V_a \quad (4)$$

f_t = Esfuerzo (viajes de pesca)

N_j = Número de individuos de cada cohorte

q = Coeficiente de capturabilidad

$\% \Delta q$ = Porcentaje de aumento en capturabilidad según efecto Enso

V_a = Vulnerabilidad al arte de pesca

En lo que respecta a la vulnerabilidad al arte de pesca que tiene la especie a determinada edad se utilizó la siguiente formula:

$$V_a = \frac{1}{1 + \exp(-(a - ah) / 0.5)} \quad (5)$$

Donde ah , es la edad en la que se presenta el 50% de la vulnerabilidad

Las edades empleadas en el modelo van de 1 a 15 años. El vector de reclutamiento fue estimado por medio del modelo de Beverton y Holt (1957), permitiendo agregar estocasticidad a través de una variable normalmente distribuida ($w \sim \text{Normal}; \mu = 0, \sigma^2 = 0.2$), similar al error de proceso modelado por Jensen et al. (2010):

$$R = \frac{aS}{b + S} \exp^{(w)} \quad (6)$$

Donde R es reclutamiento, S es la biomasa desovante, a es el número máximo de reclutas producidos, b es la biomasa desovante requerida para producir (en promedio) un reclutamiento igual a $a/2$ (Hilborn y Walters, 1992).

Para efectos de calcular el índice de abundancia relativa del recurso, Jensen *et al.* (2010) utilizaron series temporales de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) considerando la flota comercial de palangre japonés (considerando un área de operación que abarca desde el Estado de Baja California Sur hasta el Estado de Colima¹) y de la flota recreativa en la zona de estudio. Para proceder a la estimación de los parámetros a y b de la relación parentela-progenie, dichos autores asumieron que las series de tiempo de CPUE eran proporcionales al tamaño del stock vulnerable (N_t) con un error de observación log-normal, por lo que la función objetivo que emplearon para calcular los parámetros fue el logaritmo de la verosimilitud concentrada, dadas las series de captura y CPUE:

$$\ln L = - \sum_{t=1}^n \left(\ln(\sigma) + \frac{(Z_t - \bar{Z})^2}{2\sigma^2} \right) \quad (7)$$

Donde σ^2 es la varianza del error de observación, $Z_t = \ln(\text{CPUE}_t N_{t-1})$ y \bar{Z} es la media de Z_t , es decir, el logaritmo natural del estimado de la máxima verosimilitud del coeficiente de capturabilidad, q (Walters y Martell, 2004; Jensen *et al.*, 2010).

El presente trabajo obtuvo información del esfuerzo pesquero a partir de dos fuentes principales: 1) Bromhead *et al.* (2004) donde se indica el esfuerzo aplicado por parte de la flota comercial de palangre japonés, considerando el número de anzuelos en el periodo comprendido de 1961 a 1989 y 2) DOF (2012) a través de la Carta Nacional Pesquera indica el esfuerzo realizado por parte de la flota recreativa, reportando el número de viajes de pesca realizados de 1990 a 2010. Ambas flotas

¹ El criterio de selección de dicha información por parte de Jensen *et al.* (2010) se basó en dos principales criterios: 1) Que el área fuera lo suficientemente pequeña para que las tendencias de CPUE sean representativas de la dinámica del área poblacional de Estudio y 2) Que fuera lo suficientemente grande como para que el esfuerzo aplicado afectara la dinámica poblacional dentro del área de estudio.

reportaron el número de ejemplares capturados durante los periodos anteriormente señalados. La tasa de mortalidad natural M considerada fue de 0.4, que cae dentro del rango propuesto por Jensen *et al.* (2010). La información correspondiente a la tasa de supervivencia de marlin rayado, tras realizar la práctica de captura y liberación se obtuvo de Jensen *et al.* (2010), la cual corresponde al 75%, es decir, el 25 % de los ejemplares no sobrevive tras ser liberado.

La captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue calculada para ambas flotas considerando el número de viajes de pesca realizados por periodo. Cerdenares *et al.* (2012) indican que las prácticas de pesca de este tipo son suficientemente homogéneas, lo que permite considerar al viaje de pesca como unidad de esfuerzo. De acuerdo a los resultados reportados por Ortega *et al.* (2003) la temperatura superficial del mar (TSM) es un factor determinante en la agregación del recurso, lo que permite un aumento o disminución de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

El efecto del fenómeno de “El Niño” Oscilación del Sur (ENSO por sus siglas en inglés) en el modelo de Jensen *et al.* (2010), está incluido en la relación parentela progenie hasta el año 1999 (último año con datos observados para el ajuste del modelo realizado por los autores). Ellos observaron un efecto débil pero estadísticamente significativo del ENSO sobre las variaciones del reclutamiento, con un coeficiente de correlación positivo, lo que indicó que el reclutamiento fue más alto en años ENSO superiores al promedio, asociados a las condiciones más frías de La Niña. Para dar continuidad a ello, se agregó la información de CPUE de la flota recreativa del año 2000 al 2010 y se reestimaron los parámetros a y b de la relación parentela progenie. Para calcular los intervalos de confianza para el periodo de proyección del modelo (del año 2010 al 2030), se aplicó el método Montecarlo ($N = 150$).

6.4 Sub-Modelo económico

Para estimar los beneficios económicos que genera la actividad pesquera e incorporar el aspecto económico al modelo, se procesaron los resultados derivados de las encuestas aplicadas a pescadores recreacionales.

6.4.1 Parámetros de Sub-Modelo económico

El primer paso fue identificar el tipo de embarcaciones que operan en el área de estudio (tamaño y capacidad de pasajeros) y la proporción en la que operan (esfuerzo aplicado) por periodo en porcentaje y días por año (Tabla II), considerando la demanda de viajes de pesca. El siguiente paso fue calcular el precio de viaje de pesca promedio por tipo de embarcación (debido a que no todos los prestadores de servicio manejan el mismo precio o realizan descuentos en sus tarifas, influenciados por la existencia de una vasta gama de competidores y el deseo de asegurar la renta de la embarcación). Posteriormente se estimaron los costos fijos y variables (por tipo de embarcación) en los que incurren los prestadores de servicio para operar y que consideran aspectos como el combustible, seguros, permisos, salarios, artes de pesca, equipos, etc. (Anexo 5).

Al asociar las variables económicas con el esfuerzo aplicado por parte de la flota recreacional al recurso (Número de viajes por tipo de embarcación), los ingresos y costos totales fueron calculados por tipo de embarcación. El primer paso para generar el cálculo de los ingresos fue mediante el uso de la siguiente fórmula:

$$It = F * pvp \quad (8)$$

Donde:

F= Número de viajes de pesca anuales por tipo de embarcación

pvp= Precio de viaje de pesca por tipo de embarcación

Siendo el siguiente paso calcular los costos totales (CT), donde se aplicó la siguiente formula:

$$CT = Co + (F * Cv) \quad (9)$$

Donde Co es el costo de operación anual por tipo de embarcación y Cv los costos variables a los que se incurre por viaje de pesca. En lo que respecta al cálculo de los beneficios totales (BT) se implementó la siguiente formula:

$$BT = It - CT \quad (10)$$

Al contar con al cálculo de los rendimientos o beneficios económicos generados por cada tipo de embarcación, el paso final fue expresarlos en valor presente neto (VPN) (Seijo *et al.*, 1997) por medio de la siguiente ecuación.

$$VPN = \sum \frac{BT_{(t)} - CT_{(t)}}{(1 + d)^t} \quad (11)$$

Donde:

BT_(t) = Beneficios en el tiempo t

CT_(t) = Costos totales en el tiempo

d = tasa de descuento

Tabla II. Composición de flota de pesca deportiva de Los Cabos que muestra la estimación de costos fijos y variables, precios por viaje de pesca por tipo de embarcación.

Tamaño y tipo de embarcación	Costos de operación por tipo de embarcación (anual)	Costos variables (por viaje)	Precio de viaje pesca	Tamaño de flota (2017)	Viajes por año (2017)	Porcentajes de viaje por año
	US \$	US \$	US \$			
21 pies ¹	174	117	250	16	3,090	6 %
28 pies ¹	441	282	445	99	11,866	24 %
31 pies ²	644	313	580	149	13,844	28 %
32 pies ²	912	313	700	186	14,833	30 %
35 pies ²	1 116	426	1 100	68	5,439	11 %
Total	--	--	--	519	49 071	100 %

1. Bote 2. Yate

Fuente: Presente estudio.

6.5 Método costo de viaje

Este método, al tratarse de un modelo de preferencias reveladas por parte de los consumidores, es necesario recabar información del pescador deportivo, particularmente de carácter socioeconómico. De esta forma es posible estimar el valor que tiene la actividad recreacional para la sociedad y partir del valor económico que los pescadores (consumidores) le dan a la misma determinado con ayuda de la función de demanda.

6.5.1 Obtención de información

Para recabar la información necesaria para implementar el método de costo de viaje, se siguieron los nueve pasos indicados por Parsons (2003) para analizar un solo sitio recreacional:

1. Definir el sitio que será evaluado.
2. Definir los usos de recreación y la temporada en que se practica.

3. Generar una estrategia de muestreo.
4. Especificar el modelo a utilizar.
5. Decidir si se incluirá el tratamiento de viajes multipropósito.
6. Diseñar y aplicar una encuesta.
7. Medir el costo de viaje.
8. Estimar el modelo.
9. Calcular el valor de acceso.

Para aplicar el método de costo de viaje, se utilizaron los datos recabados de las encuestas a los pescadores deportivo-recreativos (Tabla III). Por medio de esta herramienta, se conocen los viajes que pueden realizar los pescadores deportivo-recreativos al sitio de pesca deportiva (Bockstael 1995; Ward y Beal (2000) y Pagiola *et al.*, 2004).

Tabla III. Descripción de las variables de costo de viaje individual

Nombre de la variable	Definición operacional	Signo esperado
Variable dependiente		
Viajes	Número de viajes por pescador al año	
Variables independientes		
Costo de viaje	Costo de viaje agregado por visitante por viaje	-
Tiempo de viaje	Tiempo invertido en viaje Redondo por visitante por viaje	-
Género	1= hombre 0= mujer (otro)	+
Captura	Agregado del número de peces capturados en el año previo	+
Edad	Edad del encuestado	+
Ingreso	Ingreso antes de impuestos	+

Fuente: Du y Hoskin (2011)

6.5.2 Desarrollo del modelo

Los gastos de viaje ocasionados por el viaje de pesca al sitio se utilizan como un *proxy*, para el "precio" pagado por el visitante para el sitio (Liston y Heyes, 1999). Además de los gastos de viaje, deben incluirse variables explicativas adicionales (por ejemplo, ingreso, edad, sexo y nivel educativo) (Hanley y Spash, 1993; Bockstael, 1995).

Cuando la información se encuentra procesada, se procede a implementar las funciones de generación de viaje (1) y de ponderación del costo de viaje agregado por pescador (2) mediante la siguiente ecuación general propuesta por (Núñez y Cortez, 2015)

$$X_{ij} = f(C_{ij}, Z_{ij}, e_{ij}) \quad (12)$$

Dónde:

X_{ij} = Número de visitas realizadas por el pescador deportivo al sitio anualmente

C_{ij} = Costo de viaje del individuo al sitio

Z_{ij} = Variables socioeconómicas y ambientales relacionadas con el sitio de pesca

e_{ij} : término estocástico.

Una vez que se estima el costo de viaje, la función de demanda puede ser derivada y utilizada para calcular el excedente del consumidor o el valor no comercial de la pesca deportiva (Bateman 1993; Hanley y Spash, 1993; Du y Hosking, 2011). Con las variables identificadas para el presente análisis se propone la siguiente función de demanda para el sitio Cabo San Lucas (CSL) considerando las variables indicadas por (Du y Hosking, 2011; Núñez y Cortez, 2015).

$$V_{ij} = f(C_{ij}, O_i, MD_i, N_i, G_i, T_{ij}, E_i, Q_i, e_{ij}) \quad (13)$$

Donde:

V = Días de pesca

i = Individuo (Pescador recreativo)

j = Sitio de pesca

V_{ij} = Número de días de pesca de i en j

C_{ij} : Costo por día de pesca de i en j

O_i : Lugar de origen de i

N_i = Nivel de experiencia en pesca de i

MD_i = Motivación de pesca de marlin rayado de i

T_{ij} : Tiempo de traslado de i a j

E_i = Edad de i

Q_i = Ingreso de i

e_{ij} : Terminio estocástico por i en j (Núñez y Cortez, 2015 y Meza Cuellar, 2017)

Cabe señalar que el apartado de costo por día de pesca es el encargado de reflejar el costo de viaje, considerando las siguientes variables:

- 1) costo de traslado al sitio
- 2) costo de alojamiento
- 3) costo de alimentación durante la estancia
- 4) otros gastos realizados durante la estancia (días de pesca en CSL).

Una vez definidas las variables y ecuaciones a implementar se realizó la regresión y parametrización para estimar la demanda utilizando el software de econometría de Eviews7.

6.6 Caracterización del perfil del pescador deportivo-recreativo

Con el objetivo de identificar la demanda futura de viajes de pesca a la zona de estudio y percepción de la técnica de captura y liberación por parte del pescador recreacional que acude a la zona de Los Cabos, B.C.S, se aplicaron un total de 402

encuestas, las cuales tuvieron una duración de 5 a 7 minutos, y que permitieron identificar los diferentes tipos de pescador deportivo-recreativo que acuden a la zona. Agrupándolos por: preferencias, ingresos, sexo, procedencia, etc. (Anexo 2).

6.6.1 Análisis de información

Las encuestas fueron procesadas para trabajar en las hojas de cálculo y software estadístico (Excel y SPSS Versión 22), donde las variables de interés fueron codificadas para facilitar su análisis en los programas estadísticos. Se asignaron valores de 1 y 0, a respuestas de sí y no respectivamente, mientras que las preguntas de opción múltiple fueron codificadas con una escala de 1 a 5 según el número de opciones que correspondiera a la pregunta.

En lo referente a valores extremos, las encuestas de donde provenían dichos valores fueron descartadas debido a que eran casos únicos que difícilmente se verían replicados en el futuro y dificultaban el análisis de la información, permitiendo así analizar de manera adecuada la correlación existente entre variables de interés para poder identificar el perfil del pescador recreacional que acude a la zona de estudio, agrupándolo según características específicas como: edad, ingresos, nivel de experiencia, etc.

6.7 Escenarios a explorar

Tras analizar diferentes niveles de esfuerzo en los que la flota recreativa podría operar se identificó que un promedio de 33,000 operaciones anuales permite al prestador de servicios generar ganancias, es decir aun obtiene beneficios económicos derivados del viaje de pesca. Partiendo de ello en el modelo bioeconómico se estableció como objetivo un total de 33,000 viajes de pesca anuales para el final del periodo propuesto (2011-2030), esfuerzo que es analizado ante un total de tres escenarios hipotéticos que permitan identificar bajo cuál de estas condiciones es posible aumentar de manera considerable la disponibilidad del recurso y si este se encuentra en un estado crítico.

Escenario 1. Practica de pesca únicamente en modo captura y liberación (“catch and reléase”)

Se pretende analizar el impacto que tendría en la disponibilidad del recurso marlin rayado la restricción de extraer los peces capturados, tanto a nivel biológico como económico.

Escenario 2. Mantener la práctica de pesca deportiva de manera tradicional

Este escenario plantea la pregunta de cómo respondería el recurso pesquero ante la disminución del esfuerzo aplicado a un total de 33,000 viajes de pesca al final de la proyección (2011-2030). Permitiendo identificar si el recurso marlin rayado muestra indicios de verse seriamente afectado por el esfuerzo aplicado en comparación con el resto de los escenarios propuestos.

Escenario 3. Eliminar el esfuerzo (Cierre de la pesquería)

Este escenario permite explorar la velocidad a la cual podría recuperarse el recurso a niveles cercanos a su biomasa inicial y si esta recuperación dista ampliamente de los escenarios 1 y 2.

7. RESULTADOS

7.1 Aspectos biológicos

El modelo ajustado a los datos de la tasa de captura recreativa (de 1990 a 2010) permitió reconstruir la dinámica poblacional del marlin rayado según lo descrito por Jensen *et al.* (2010). Posteriormente se procedió a generar una proyección de veinte años hasta el año 2030. Por lo que respecta a la información histórica de esta pesquería, la tasa de captura mostró un incremento medio anual del 3%, al pasar de 0.34 peces por viaje en 1990 a 0.55 en 2011.

De acuerdo al modelo de población utilizado, conforme disminuía la mortalidad por pesca generada por la flota comercial (la cual opero de 1960 a 1990), en 1990 la población de marlin rayado inició el proceso de recuperación (Figura 3), pasando de un estimado de 408,125 organismos a 647,000 en el periodo comprendido de 1990 a 2010. Debido a que se desconoce la tendencia que seguirá el esfuerzo pesquero en el periodo de simulación, se analizó la tendencia del mismo durante los últimos 11 años, de 1999 al 2009, debido a que en este periodo el esfuerzo mostró una tendencia estable que converge. Para ello se ajustó un modelo cuadrático de la siguiente forma:

$$E_{T+1} = -93.8T^2 + 377,429T - 379590111$$

Donde E_{T+1} es el esfuerzo en el año $T+1$ ($r^2 = 0.993$, $p = 0.000$). Con el patrón de la tendencia del esfuerzo a través del tiempo, se aplicó un análisis Montecarlo, con el reclutamiento como variable aleatoria con una distribución normal y una desviación estándar $\sigma = 0.2$, para realizar una proyección del modelo a 20 años. El análisis Montecarlo permitió generar los intervalos de confianza de las variables de desempeño, tales como: tamaño de la población, retornos netos y reclutamiento. A partir de este análisis se observó que el valor máximo de organismos esperados para el final de la proyección es de 751,000 organismos y un valor mínimo de

654,000 organismos), como se muestra en la Figura 3. El modelo predice que el tamaño de la población aumentará en promedio a 704,015 en 2030 ($N = 0.7 K$), lo que significa un aumento de casi 60,000 organismos respecto al año 2010. Por lo tanto, podemos concluir que la reducción en mortalidad por pesca favoreció la reproducción del recurso y consecuentemente el aumento en el reclutamiento.

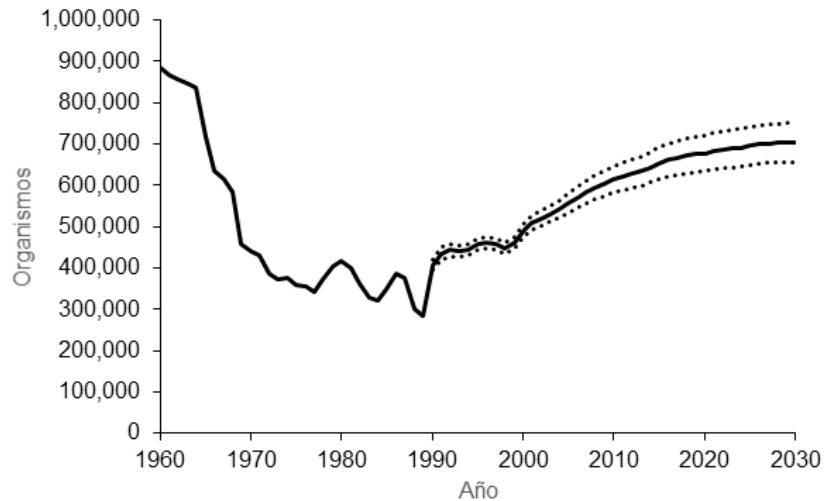


Figura 3. Proyección del stock de marlin rayado de 1960 a 2030. Las líneas discontinuas son los intervalos de confianza (95% IC).

En lo referente a mortalidad por pesca promedio para la flota comercial fue de 0.15 en el periodo comprendido de 1980 a 1990 y disminuyó a 0.05 en los siguientes años, mientras que en el caso de la pesca deportivo-recreativa la mortalidad por pesca promedio fue de 0.03 de 1990 a 2000, 0.04 de 2000 a 2010 donde se aumentó el número de embarcaciones dedicadas a la pesca recreacional, este mismo valor promedio se mantuvo al final de la proyección para 2030 considerando la práctica de pesca recreacional de manera tradicional (Figura 4).

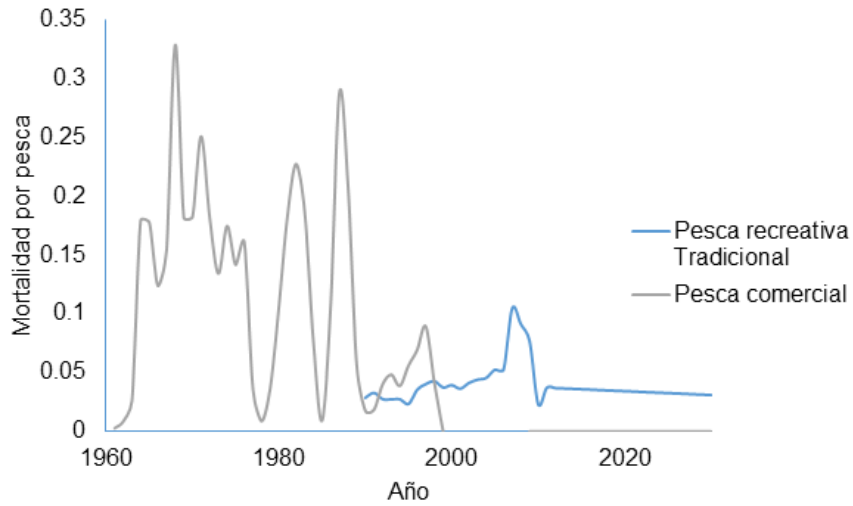


Figura 4. Mortalidad por pesca de marlin rayado.

Por lo tanto, podemos inferir que la restricción de la flota comercial aunado al esfuerzo aplicado por la flota deportiva mejoraría la reproducción y, por consiguiente, el reclutamiento lo que al final incrementaría el stock desovante de marlin rayado (Figura 5a y 5b).

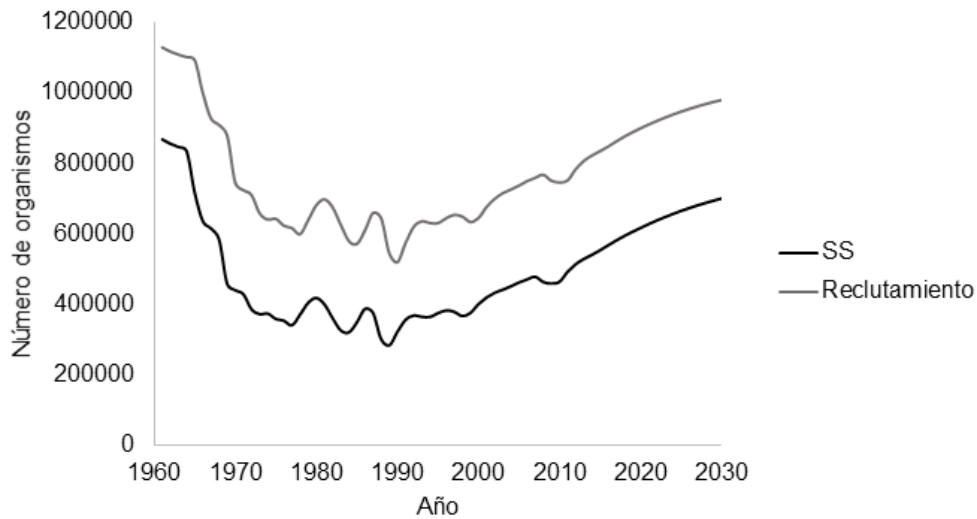


Figura 5a. Comportamiento de variables reclutamiento y stock desovante, considerando una pesca recreacional tradicional.

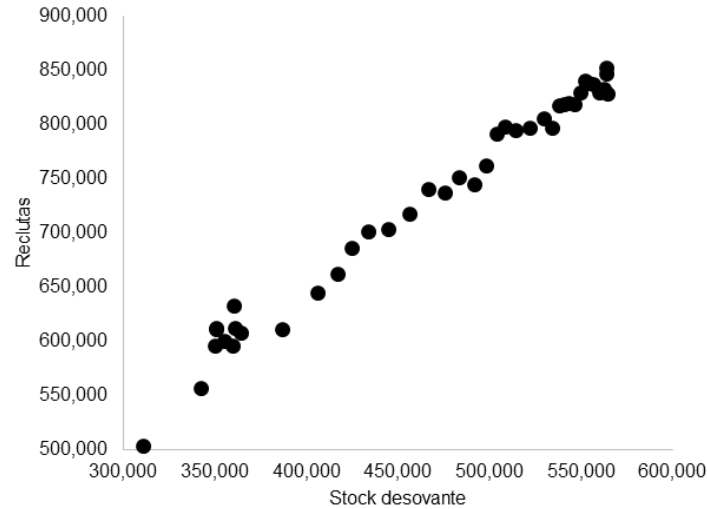


Figura 5b. Relación reclutamiento y stock desovante de marlin rayado 1990 a 2030.

De acuerdo a los resultados del modelo tanto el stock desovante como los reclutas se vieron afectados por el esfuerzo aplicado por la flota comercial, detectándose una inusualmente débil compensación del reclutamiento, sin embargo, tanto los reclutas como el stock desovante comenzaron a aumentar en la década de 2000 y mantuvieron una tendencia estable hasta el final del período de pronosticado por el presente estudio, favoreciendo su recuperación tras la explotación de la flota comercial.

Los resultados de la proyección indican que la captura más alta se podría registrar en el año 2025, con una captura estimada en 48,000 ejemplares (Figura 6), destacando que los pronósticos generados por el modelo se basan en la proyección del esfuerzo, lo que no permite identificar posibles aumentos de agregación del recurso por concepto de variación ambiental que favorezca su agregación en la zona de estudio.

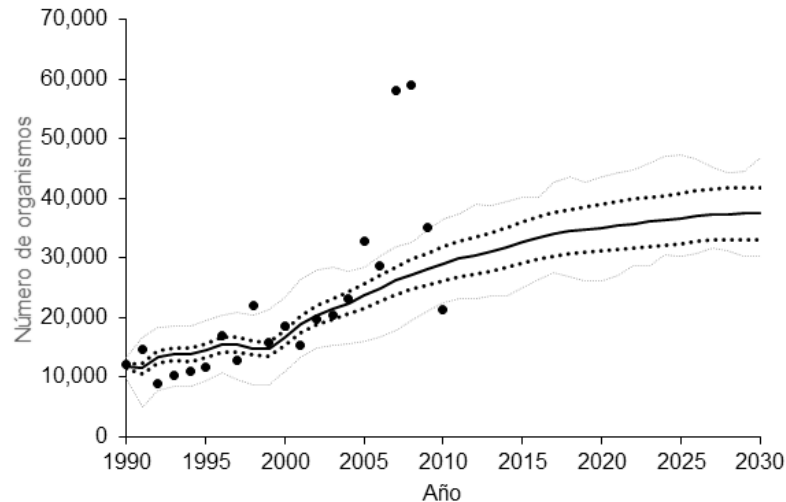


Figura 6. Captura observada (puntos oscuros) para el marlin rayado de 1990 a 2010, y los valores proyectados (línea negra) por el modelo bioeconómico. Las líneas punteadas muestran los diferentes intervalos de confianza (95% IC).

7.2 Efectos de la técnica de capturar y liberar en el recurso marlin rayado

Con fines exploratorios se planteó un escenario donde se establece la práctica de capturar y liberar de manera exclusiva para el periodo comprendido de 2011 a 2030. Esto permite identificar que tan benéfica es esta práctica para el recurso y cuál es la velocidad con la que aumentan los niveles de biomasa.

Como medida comparativa se analizó la diferencia en biomasa que puede existir bajo las siguientes condiciones: 1) Práctica capturar y liberar, 2) Pesca recreativa tradicional y 3) Cero esfuerzo. Como se puede observar en la Figura 7, la técnica de capturar y liberar permite la recuperación más rápida del stock para el año 2030, estimando un total de 1,000,520 organismos, es decir tan solo una diferencia de 46,105 organismos del escenario donde se elimina el esfuerzo a la especie. Cabe destacar que la diferencia entre mantener la forma actual de manejo de la pesquería y una modalidad al 100% de capturar y liberar es de 178,565 organismos en el año 2030.

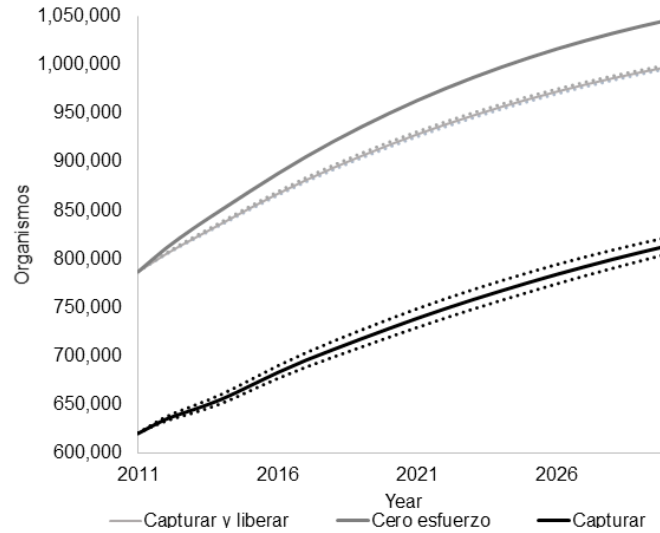


Figura 7. Población estimada bajo tres diferentes escenarios. La línea gris oscuro representa un 0% de esfuerzo, la línea gris representa la modalidad de capturar y liberar al 100% y la línea negra indica la modalidad de pesca de manera tradicional. Las líneas punteadas muestran los límites superiores e inferiores de confianza (95% *IC*).

En lo que respecta al número de organismos capturados, el modelo arrojó como resultado, que bajo un esfuerzo aplicado en modalidad capturar y liberar, permite capturar alrededor de 30,955 organismos al final de la proyección (para el año 2030), mientras que para el escenario de captura tradicional se estiman 25,500, para 2030 (Figura 8).

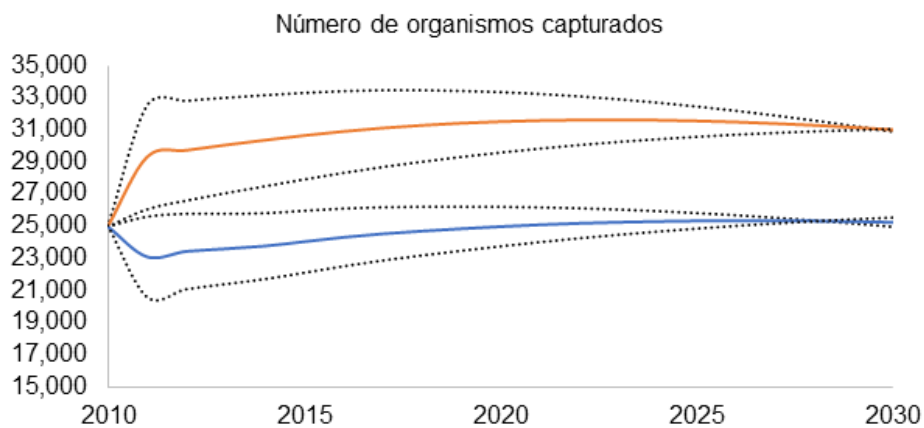


Figura 8. Esfuerzo aplicado por la pesca recreativa con un objetivo de esfuerzo final de la proyección de 33,000 viajes de pesca (la línea azul muestra el esfuerzo aplicado en modalidad tradicional, la línea naranja indica el número de organismos

capturados bajo la modalidad capturar y liberar. Las líneas punteadas indican los límites inferiores y superiores de cada escenario.

7.3 Aspectos económicos

Las tarifas de viaje de pesca, al igual que los costos fijos y variables obtenidos de las encuestas aplicadas en la zona de estudio mostraron una considerable diferencia en función del tamaño de la embarcación (Tabla IV). Se identificó que el mayor número de viajes se realizó en botes de 28, 31 y 32 pies (Tabla IV).

Tabla IV. Composición de flota de pesca deportiva de Los Cabos que muestra la estimación de costos fijos y variables, precios por viaje de pesca por tipo de embarcación.

Tamaño y tipo de embarcación	Costo de operación (anual)	Costos variables (por viaje)	Precio de viaje pesca	Tamaño de flota (2017)	Viajes por año (2017)	Porcentajes de viaje por año
	US \$	US \$	US \$			
21 pies ¹	174	117	250	16	3,090	6 %
28 pies ¹	441	282	445	99	11,866	24 %
31 pies ²	644	313	580	149	13,844	28 %
32 pies ²	912	313	700	186	14,833	30 %
35 pies ²	1 116	426	1 100	68	5,439	11 %
Total	--	--	--	519	49 071	100 %

1. Bote 2. Yate

Fuente: Presente estudio

Se detectó que el mayor porcentaje de gastos variables en que incurren las embarcaciones recae en el combustible, para el caso de embarcaciones de 28 es de 48% y las embarcaciones de 31 a 35 pies el gasto corresponde a un 45%, sin

embargo, el gasto del combustible al que incurren las embarcaciones de 21 pies es casi el doble con un 84%.

Durante el periodo analizado de 1990 a 2030, el cálculo de las ganancias o ingresos generados de manera individual por tipo de embarcación (considerando el VPN) indicaron que las embarcaciones de 35 pies las que presentan un mayor margen de ganancia, seguidas de las embarcaciones de 32 y 31 pies, quedando en los últimos lugares las embarcaciones de 28 y 21 pies respectivamente (Figura 9), sin embargo esto difiere de la cantidad de viajes de pesca realizados por tipo de embarcación, donde las embarcaciones menores de 21 pies junto con los yates más grandes (35 pies) realizaron el menor número de viajes, resaltando que los yates de 35 pies pueden transportar hasta siete pescadores, el mismo número que los yates de 32 pies, pero a un precio de viaje mayor debido a los servicios adicionales.

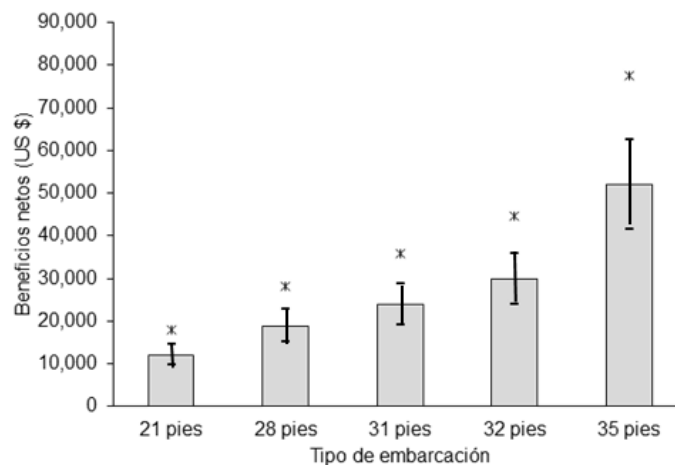


Figura 9. Comparación del valor presente neto (VPN) de los beneficios netos anuales por tipo de embarcación de pesca deportiva (de manera individual). Las barras representan valores promedio, las líneas indican la desviación estándar y los asteriscos los valores máximos, para todo el periodo de simulación.

En lo que respecta a la mayor participación en las ganancias totales anuales, estas fueron llevadas a valor presente neto (VPN), dando como resultado que las

embarcaciones de 32 pies generan los mayores beneficios económicos con una participación de US \$ 5,390,961, seguido de los 31 y 28 pies con US \$ 5,031,564 y US \$ 4,312,769, respectivamente; y las embarcaciones de 35 pies contribuyeron con US \$ 1,976,686 y finalmente embarcaciones menores 21 pies con US \$ 1,078,192 en 2017 (Figura 10).

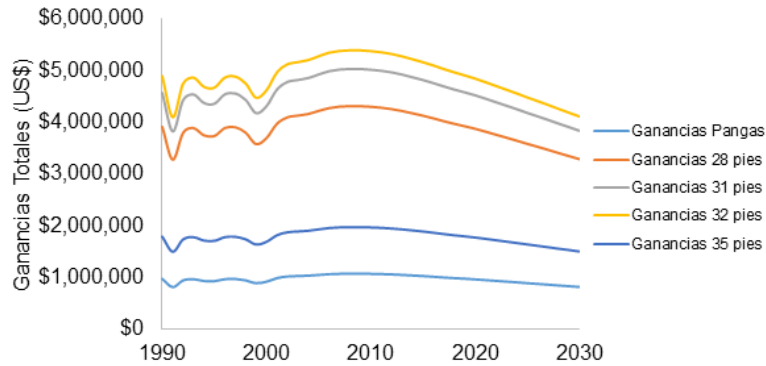


Figura 10. Ganancias por tipo de embarcación considerando VPN (Tipo de cambio 2017).

Los resultados del modelo bioeconómico indican que los beneficios promedio por año de la actividad fueron de 17 millones (año de referencia 2017) durante el período 1990 a 2017, alcanzando un pico en 2008 con un total de 18 millones de dólares (Figura 11). El modelo predice que después de ese pico, el valor presente de los beneficios caerá ligeramente a \$ 14 millones de dólares en 2030 (Figura 11).

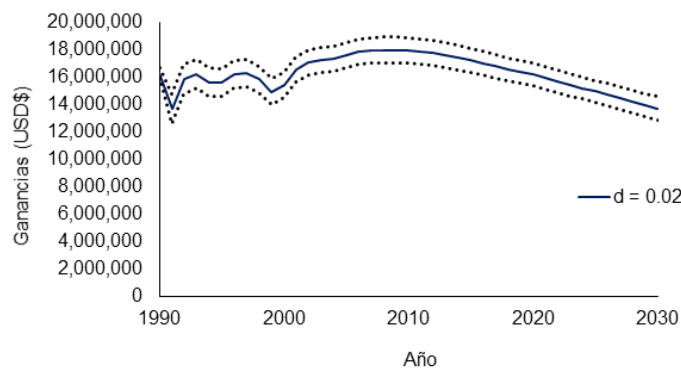


Figura 11. Proyección del valor presente neto de las ganancias para toda la flota recreacional.

Esta disminución se debe únicamente al efecto de la tasa de descuento, porque la demanda y la tasa de captura como indicadores del desempeño de la pesquería continuarán aumentando; por lo tanto, es lógico esperar que haya un aumento en el precio por viaje de pesca. Los resultados que arroja el modelo a través de la simulación muestran que la cantidad de viajes por año sería de 47,000 a 61,000 (Figura 12), con una captura aproximada de 37,000 organismos por año, en caso de no presentarse una situación atípica de cambio extraordinario en la abundancia relativa de marlin rayado como en los años 2007 y 2008.

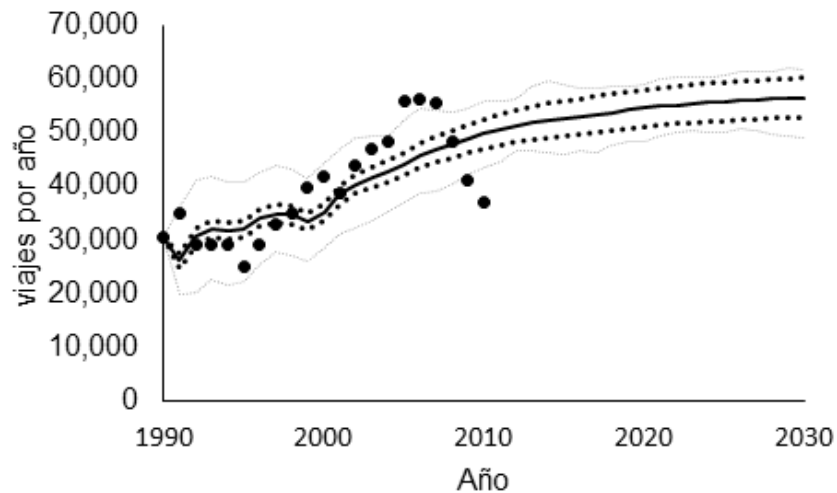


Figura 12. Demanda observada en número de viajes por año (puntos negros). La tendencia de la demanda según lo previsto por el modelo a valores promedio se representa en la línea negra. Las líneas discontinuas son intervalos de confianza (95% IC) y las líneas grises indican los valores máximos y mínimos que pudieran presentarse de acuerdo a los resultados del análisis Montecarlo.

7.4 Aspectos socioeconómicos

Los principales resultados que arrojaron las 402 encuestas aplicadas se centraron en: 1) información socioeconómica del pescador; 2) Experiencia de pesca; y 3) aceptación por la práctica de capturar y liberar. En lo que respecta al origen de los pescadores deportivo-recreativos, se identificó que el 92% provienen del extranjero (Principalmente de Estados Unidos, destacando los estados de: California, Texas y Colorado) y tan solo el 8% de los pescadores que acuden a la zona son de origen

nacional (principalmente de Monterrey, Ciudad de México y Puebla), como se muestra en la Figura 13.

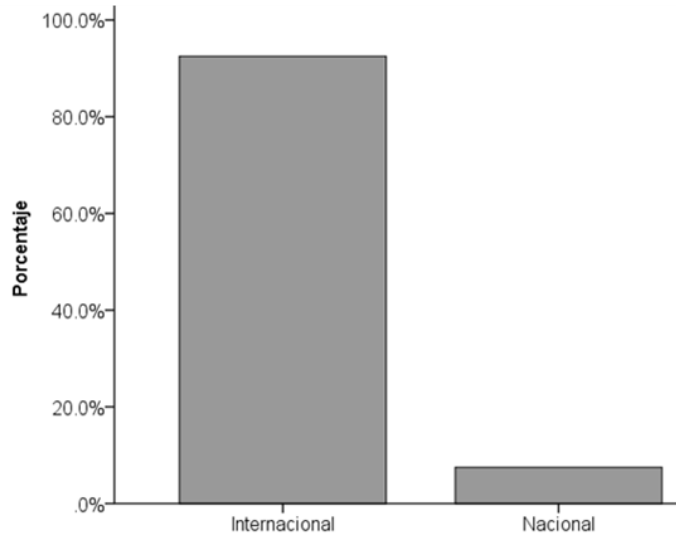


Figura 13. Origen de los pescadores deportivo-recreativos que acuden a la zona de Los Cabos

Anteriormente la pesca deportivo-recreativa se consideraba una actividad exclusiva para hombres, los resultados del presente estudio identificaron que actualmente la participación del género femenino se está incorporando. Detectando que un 17% de los pescadores encuestados fueron mujeres, mientras que un 83% de participación en la pesca deportiva la realizaron pescadores del género masculino como lo muestra la Figura 14.

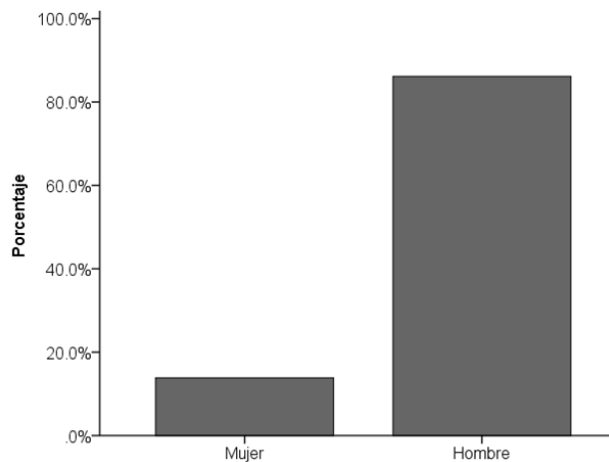


Figura14. Género de pescadores recreacionales que practica pesca deportiva.

En lo que respecta a la edad del pescador recreacional, se identificó que más del 40% de los encuestados se encuentran en un rango de edad de 31 a 40 años, seguido del grupo de edad de 41 a 50 años con una participación del 20%, mientras que los grupos de 51 a 70 años muestran una presencia de 15% y 12% respectivamente. Los grupos de pescadores de 21-31 años y mayores de 70 años son los que muestran una menor presencia con el 8% y 5% de presencia respectivamente, como se muestra en la figura 15.

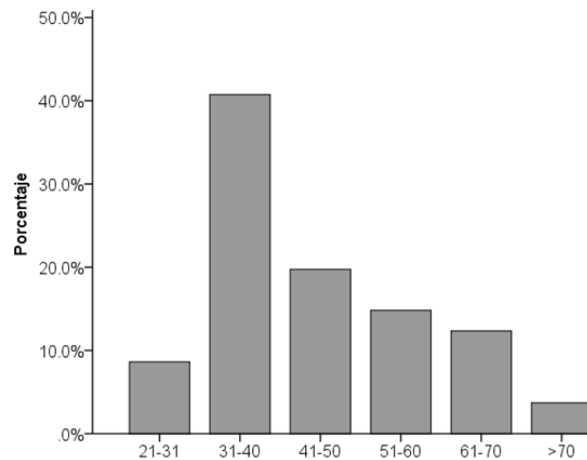


Figura 15. Edad del pescador deportivo-recreativo que acude a la zona de Los Cabos.

Respecto al ingreso que reportan los visitantes se dieron 6 opciones al pescador deportivo-recreativo, todas considerando ingresos anuales y después de impuesto: 1) menos de 24,999 dólares, 2) entre 25,000-49,999 dólares, 3) entre \$50,00-74,999 dólares, 4) entre 75,000-100,000 dólares, 5) entre \$100,000-150,000 dólares y 6) Más de \$150,000 dólares anuales.

Los resultados indican que los pescadores que acuden a la zona de Los Cabos reportan en su mayoría ingresos entre \$ 87,500 y \$ 150,000 dólares al año. El 28% de los pescadores encuestados ganan entre \$ 75,000 y \$ 100,000, 25% entre \$100,000 y \$150,000 dólares y 18% reportan ingresos superiores a los 150,000 dólares anuales.

Los pescadores recreacionales que muestran una menor presencia son aquellos que cuentan con ingresos de 24,999, 37,500 y 625,000 dólares promedio al año, seguidos de aquellos que ganan 150,000 y 125,000 dólares promedio al año respectivamente. Resaltando que los pescadores que ganan 87,500 dólares son los que muestran una mayor concentración en la zona de Los Cabos como se muestra en la figura 16.

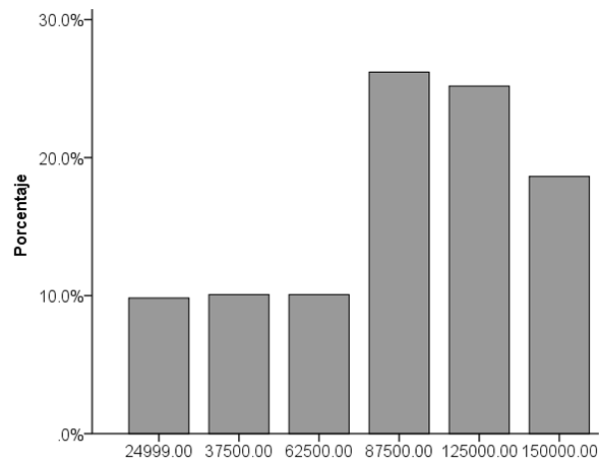


Figura 16. Ingresos de los pescadores deportivo-recreativos que acuden a la zona de Los Cabos. Valores promedio por rango.

El tiempo que está dispuesto a invertir el pescador deportivo-recreativo para llegar a la zona de estudio, fue de 1.5 hasta 16 horas, resaltando que el 98% de los encuestados llegó a la zona por medio de avión y el 2% restante vía carretera al encontrarse en el estado de Baja California Sur. El 22% de los encuestados dedicó 3 horas para llegar al área, seguidos de aquellos que tuvieron un viaje de 2 y 5 horas con un 18% y 14%, como lo muestra la Figura 17.

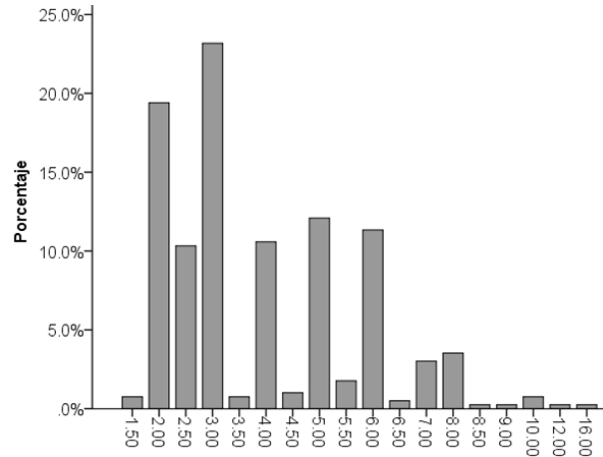


Figura 17. Tiempo (expresado en horas) que invierte el pescador deportivo para llegar a la zona de Los Cabos.

La distancia que recorrieron en promedio los pescadores para desplazarse a la zona de estudio fue de 2300 km. La mayor incidencia fue de aquellos que viajaron entre 2000 y 3000 kilómetros con un 83%, seguido de los que se desplazaron entre 1000 y 400 kilómetros con un 10% como se muestra en la Figura 18.

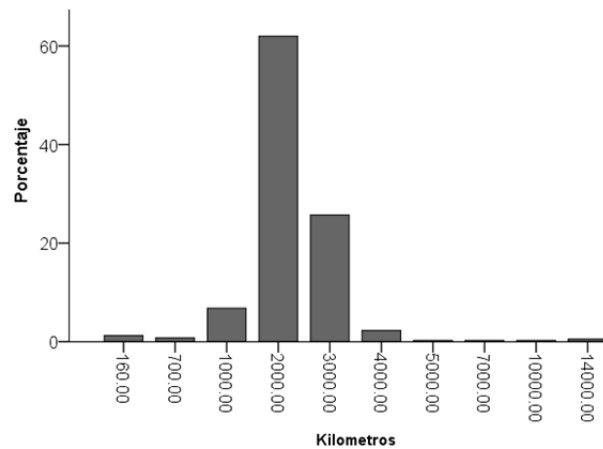


Figura 18. Distancia recorrida por los pescadores recreacionales para llegar a la zona de estudio. Datos expresados en KM.

Se detectó que en promedio acuden entre 2 y 3 pescadores por viaje de pesca, sin embargo 38% de los encuestados realizaron viajes de pesca en pareja, 23% en grupos de 3 pescadores y 17% en grupos de 4 pescadores. Los viajes menos frecuentes fueron aquellos que contaban con 7 o 9 pescadores, registrando una presencia de 3% y 1%, respectivamente, como lo muestra la Figura 19.

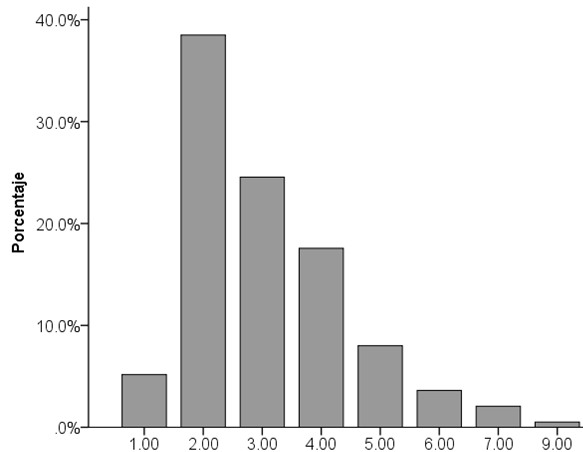


Figura 19. Pescadores deportivo-recreativos por viaje de pesca.

En lo que respecta a la duración de los viajes de pesca (en promedio de 1 viaje de pesca por estancia), éstos fluctuaron entre 4 y 8 horas, resaltando que aquellos viajes con duración de 5 a 8 horas, tienen una ocurrencia del 31% y 37% respectivamente, seguidos de los viajes con duración de 6 horas con un 27%, 4 horas con un 3% y 4.5 y 5.5 horas con una ocurrencia de 0.5% cada uno como lo muestra la figura 20.

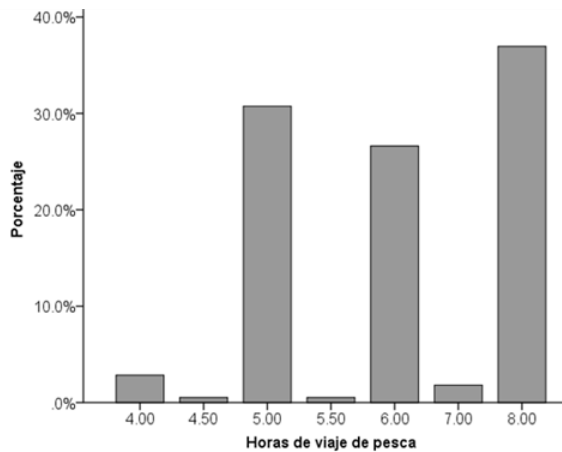


Figura 20. Horas de viaje de pesca del pescador recreacional, expresado en horas.

Respecto al motivo de realizar la actividad de pesca deportivo-recreativa, el estudio identifico que el 78% de los encuestados lo hace por diversión o recreo, mientras que el 17% mostró que se llevó a cabo como parte de una actividad turística y el 5% la realizó por investigación como se muestra en la Figura 21.

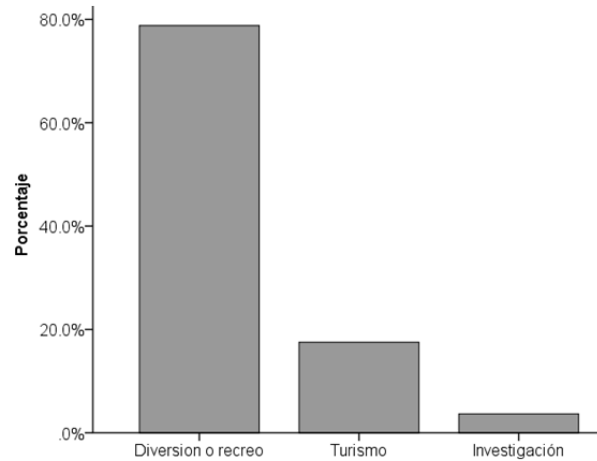


Figura 21. Motivación para practicar pesca deportiva. Datos expresados en porcentaje.

El nivel de experiencia predominante en los pescadores que acuden a la zona de Los Cabos fue intermedio con un 53%, seguido de aquellos que cuentan con nivel de experiencia principiante con un 34% y por último aquellos con un nivel de experiencia superior (expertos) con un 13% de participación como lo muestra la Figura 22.

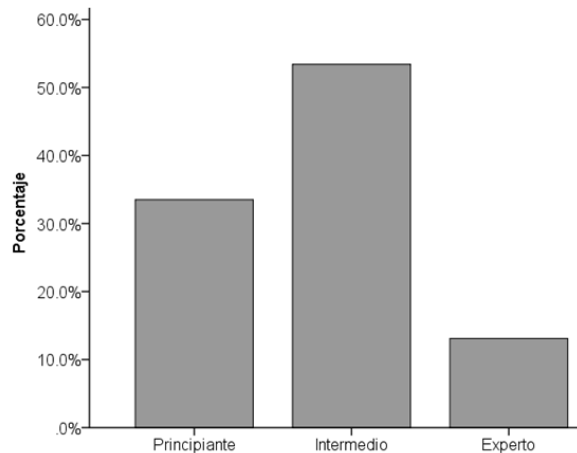


Figura 22. Nivel de experiencia del pescador deportivo-recreativo que acude a la zona de Los Cabos.

Uno de los resultados de mayor interés identificado fue el nivel de satisfacción del pescador deportivo recreativo, al contar con una calificación de excelente por parte del 54% de los encuestados, seguido por las clasificaciones de muy bueno con un

25% y bueno con un 20.5 %, siendo calificado como servicio malo o muy malo por menos del 1% de los encuestados como lo muestra la Figura 23.

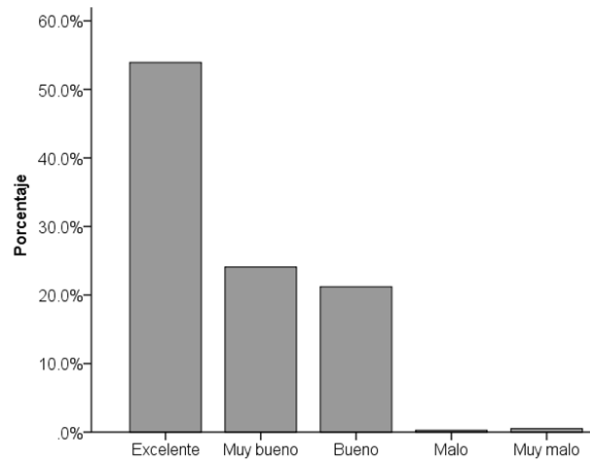


Figura 23. Nivel de satisfacción del pescador recreacional, estimado en escala de percepción que va de excelente a muy malo.

En referencia a la conciencia de preservación del recurso, se identificó que el 58% de los encuestados practicaron captura y liberación durante su viaje de pesca, mientras que el 42% restante no lo hizo (Figura 24).

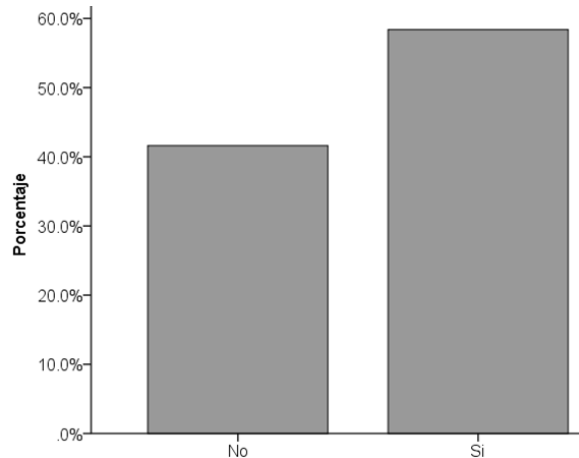


Figura 24. Pescadores deportivos que realizaron la técnica de captura y liberación durante el viaje de pesca. Información expresada en porcentaje.

Sin embargo, al cuestionar a los pescadores si estos volverían a la zona de Los Cabos, si únicamente se les permitiera emplear la técnica de captura y liberación para la especie marlin rayado, la respuesta mayoritaria es que regresaría, por lo que

su respuesta indica que lo importante durante el viaje de pesca es la experiencia, no la cantidad o tipo de ejemplar que se retiene (Figura 25).

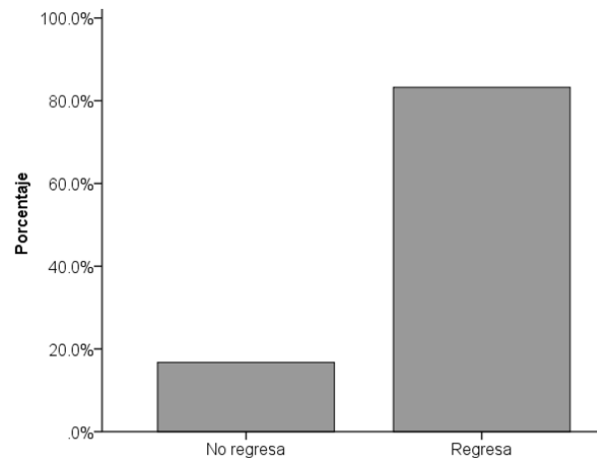


Figura 25. Proporción de pescadores deportivos que regresaría al área de estudio en caso de permitir la práctica de captura y liberación. Información expresada en porcentaje.

A partir de lo anterior la clasificación de los perfiles de los pescadores deportivos, se pueden agrupar y/o clasificar en los siguientes grupos:

- 1) Pescadores deportivos de ocasión: aquellos que realizan la actividad de forma turística, es decir practican pesca deportiva como una atracción más a las ya existentes en la zona de estudio. Suelen estar en un rango de edad que va de 21 a 40 años, presentan un nivel de experiencia principiante en pesca deportiva y realizan solo un viaje de pesca cuando visitan la zona.
- 2) Pescadores deportivos exclusivos: aquellos que acuden a la zona de estudio con la única finalidad de realizar viajes de pesca de pesca deportiva. Se encuentran en un rango de edad que va de los 41 a 71 años de edad. Sus niveles de experiencia se ubican entre intermedios y expertos y realizan entre 3 y 4 viajes de pesca regularmente durante su visita a la zona.

7.5 Costo de viaje

En lo referente al método de costo de viaje, tras incluir las variables de interés en el programa Eviews se determinó que las variables que influyen en la demanda son: variable dependiente: días de pesca y las variables independientes: costo por día de pesca, captura registrada, ingresos, motivación para realizar la actividad, edad y horas de viaje (Tabla V).

Siendo los principales resultados la identificación de los montos pagados por concepto de costo de viaje (con duración de una semana), mismos que van de los 6,000 dólares (valor mínimo) a los 12,000 dólares (valor máximo), teniendo como promedio un costo de viaje de 10,000 dólares por estancia. Estos valores representan el monto invertido por el pescador recreacional para llegar a la zona de estudio y realizar el viaje de pesca, sin embargo, para estimar la derrama económica generada por esta actividad el presente estudio descarta el monto invertido por concepto de transporte (avión), el cual corresponde a un 60% promedio del monto total. Esta exclusión se debe a que el monto invertido en este concepto no beneficia directamente al Estado de Baja California Sur, siendo los gastos realizados en hospedaje, alimentación y el viaje de pesca los que corresponden a dicha derrama.

Para estimar la derrama correspondiente para la zona de estudio, se consideró un total de 24,865 viajes de pesca para 2017 y un total de 74,595 pescadores recreacionales. Dando como resultado una derrama estimada de \$82,054,500 de dólares americanos al año. De los cuales un promedio de \$8,702,750 de dólares americanos corresponden al pago de viaje de pesca (incluyendo la licencia o permiso de pesca), en lo referente a ingresos por concepto de viaje de pesca el monto estimado correspondiente es de \$804,840.78 dólares americanos (considerando un costo promedio de 10.7 USD por licencia de pesca a un Tc de \$19.00 pesos MXN), es decir \$15,291,975.00 millones de pesos para 2017.

Las variables que resultaron significativas ($p \leq 0.05$) para incurrir en dichos gastos fueron: captura, ingreso, costo de viaje y edad. Destacando que los grupos de edad

2, 3 y 7, son los que muestran mayor presencia y preferencia por la zona, siendo estos grupos de edad los que tienen una mayor probabilidad de acudir a la zona, y en los que recae la demanda futura.

Tabla V. Coeficientes estimados por el modelo Método costo de viaje (MCV)

Variable	Coeficiente	Prob.
C	0.733024	0.0112*
COSTOD	-9.97E-05	0.0782
CAPTURA	-0.233453	0.0724
INGRESOS	2.32E-06	0.0846
MOTIVO1	0.242424	0.1177
MOTIVO3	0.157139	0.6537
EDAD2	-0.416018	0.0224*
EDAD3	-0.237285	0.0814
EDAD5	-0.181335	0.2699
EDAD6	-0.183935	0.3474
EDAD7	-0.488032	0.1903
HORAS	-0.045610	0.1148
R-squared	0.114408	1.438202
Adjusted R-squared	0.076206	0.988145
S.E. of regression	0.949747	2.700947
Sum squared resid	230.0151	2.862171
Log likelihood	-348.5764	2.765709
Restr. log likelihood	-358.1343	19.11586
Avg. log likelihood	-1.305529	0.059045

Fuente: Presente estudio

8. DISCUSION

8.1 Aspectos Biológicos

En los últimos años, se han estudiado a las pesquerías recreativas, como actividad dinámica generadora de ingresos, motivo por el cual podemos encontrar numerosos artículos publicados desde la perspectiva económica (Llompart *et al.*, 2017; Blicharska y Rönnbäck, 2018; Pita *et al.*, 2018; Southwick *et al.*, 2018; Brownscombe *et al.*, 2019; Gordo *et al.*, 2019); sin embargo, pocos se han identificado con una visión integral, al incorporar modelos bioeconómicos. Actualmente, no tenemos conocimiento de que estos modelos se hayan aplicado a las pesquerías marinas recreativas de especies altamente migratorias como el marlin rayado, siendo este un punto decisivo para realizar el análisis de esta pesquería desde un enfoque bioeconómico.

La pesca de marlin rayado (*Kajikia audax*) al ser una de las más reconocidas a nivel internacional destaca por haber experimentado diversos cambios a través del tiempo, específicamente en los últimos 50 años. El modelo bioeconómico empleado para el presente estudio muestra que el stock disminuyó de 1960 a 1990, alcanzando el nivel más bajo en 1989 con aproximadamente 300,000 peces (34% del stock en 1960). Este hallazgo es consistente con el hecho de que dicha reducción fue causada inicialmente por la flota japonesa y más tarde por la flota comercial mexicana (Sosa-Nishizaki, 1998).

Desde 1990 hasta 1998, las flotas comercial y recreativa operaron al mismo tiempo, generando conflictos entre sí; enfatizando que la pesca comercial apunta a maximizar los desembarques de manera sostenida, mientras que la pesca recreativa busca brindar una experiencia de pesca para el máximo número posible de pescadores (McConnell y Sutinen, 1978). La decisión por parte del gobierno mexicano de asignar al recurso marlin rayado como especie destinada para la pesca recreacional (Conforme lo indica la NOM17 de Pesca) permitió que el número de

organismos presentes en la zona de estudio aumentara al disminuir la mortalidad por pesca generada por la flota comercial. Cabe señalar que durante la época de muestreo se identificó que las marinas existentes en la zona de Los Cabos se encuentran a su máxima capacidad por lo que el número de embarcaciones dedicadas a esta actividad se ha mantenido desde 2010, lo que permitió mantener la tasa de mortalidad por pesca hasta el final del periodo proyectado.

La pesca recreativa finalmente prevaleció y con la salida de la pesca comercial, la trayectoria de la población cambió, lo que llevó a una recuperación después de 1990 (Jensen *et al.*, 2010) hasta alcanzar unos 590,000 organismos en 2017. Lo que muestra que el número de peces capturados por los pescadores deportivos no afecta significativamente el proceso de reproducción del recurso. Esto indica que la biomasa del recurso permitiría capturas en el futuro sin amenaza de colapso pesquero, lo que muestra que la pesca recreativa del marlin rayado está genera condiciones favorables para mantener niveles adecuados de la especie. De tal forma que el esfuerzo aplicado lejos de tener un efecto negativo para el recurso resulta positivo.

La pesquería recreativa de marlin rayado mostró un aumento significativo de 2004 a 2005, pasando de 45,500 viajes a 56,000 viajes por año. Si bien el modelo propuesto indica que este nivel de esfuerzo no provoca una disminución alarmante del recurso, el número de viajes se ve limitado por las condiciones actuales de los muelles los cuales se encuentran en capacidad máxima, por lo que en mediano plazo este número de viajes difícilmente podría aumentar.

La mayor tasa de captura de marlin rayado se registró en 2008, pero este aumento no se asoció con el nivel de esfuerzo aplicado. Durante los años atípicos 2007 y 2008, donde los eventos ENSO durante su fase fría presumiblemente provocaron la agregación de los organismos y consecuentemente una captura superior a los 58,000 ejemplares, sin embargo la ocurrencia de estos fenómenos no pueden ser

predichos por este modelo. La razón de la alta concentración de organismos en el área de pesca, asociada pudo deberse a cuatro variables 1) salinidad, 2) clorofila, 3) disminución de la temperatura de la superficie del mar y 4) oxígeno disuelto (Ortega-García *et al.*, 2015), mismas que modifican los patrones de agregación del recurso. Quizás este fenómeno atípico no se puede predecir, pero las investigaciones futuras podrían incluir los efectos de las variables anteriormente señaladas para mejorar la identificación de la agregación del marlin rayado en el área de pesca.

8.2 Aspectos Económicos

Los aumentos en el stock promovido por la pesca recreativa han proporcionado considerables beneficios económicos, ya que cada pez adicional que se conserva en el mar brinda a los pescadores mayores posibilidades de pesca y están motivados a pagar más. En este sentido, el modelo bioeconómico muestran que la pesca recreativa género además de beneficios económicos (derrama económica), otros como los biológicos (preservación de la especie) y sociales (generación de empleos). Adicionalmente, bajo la práctica de la técnica de captura y liberación el número de organismos tiene la posibilidad de aumentar sin presentar valores significativamente altos en referencia a la modalidad de pesca deportiva tradicional (retener el organismo capturado). Además, del hecho de que los efectos económicos indirectos de la pesca recreativa son de gran importancia para la economía de la región. Elemento clave que detonó otras actividades económicas en el sur de la península de Baja California, como el turismo y el mercado inmobiliario.

Si bien la flota recreativa genera una considerable derrama económica, la operación de la flota es sumamente susceptible a los incrementos en el precio del combustible. Situación que puede traer consigo aumento en los precios de viaje de pesca y generar una disminución del esfuerzo en el futuro.

El modelo aplicado en este trabajo, muestra que la pesca recreativa de marlin rayado en Baja California es una actividad consolidada que se puede mantener si los propietarios y gerentes de barcos son constantes con la calidad del servicio prestado al pescador recreacional, ya que el nivel de satisfacción tenga tras el viaje de pesca afectara la percepción del pescador recreacional respecto a si valió la pena el precio que pago para realizar la actividad. Factores externos, como los cambios en la función de demanda debidos a depresiones económicas en el extranjero, inseguridad doméstica o fenómenos naturales como huracanes, podrían afectar la demanda, como ocurrió en 2010. Si la situación continúa con las condiciones actuales, el modelo predice que la captura de organismos alcanzará una cifra de 627,000 en 2030.

En lo que respecta al comportamiento del esfuerzo, la demanda mostró una disminución drástica de un promedio de 42,000 a 25,000 viajes en 2010, principalmente debido a factores externos como la recesión económica de 2008, que continuó hasta 2010. Aunque el modelo no pudo replicar los cambios repentinos que ocurrieron en 2008 con las altas tasas de captura y en 2010 con la disminución de viajes de pesca el modelo indica que el número de viajes de pesca experimente un crecimiento gradual en los próximos años, alcanzando 55,000 viajes en 2020.

Este resultado es consistente con lo observado porque a pesar de un aumento potencial en la demanda futura, la cantidad de viajes no puede registrar un crecimiento sustancial como el muelle de la marina de Los Cabos está cerca de su capacidad máxima de 550 embarcaciones. La única opción para aumentar la oferta sería construir otro muelle en otro lugar de la península, lo que podría afectar las tasas de captura. Este aumento podría ocurrir en las condiciones actuales del mercado a medida que el stock de marlin rayado continúa aumentando, lo que podría mejorarse si se aplicaran mejores prácticas como captura y liberación (Cooke *et al.*, 2012).

Al comparar los beneficios totales de la pesca recreativa del marlin rayado de este estudio con los reportados por otros autores, encontramos algunas diferencias. Por ejemplo, Ditton *et al.*, (1996) calcularon los beneficios de esta pesquería en US \$ 15.5 millones. La diferencia puede deberse principalmente a los métodos en ambos trabajos, ya que el presente estudio utilizó un método de preferencia revelada, mientras que esos autores usaron el método de valoración contingente, que es un enfoque de preferencia declarada.

(Gómez e Ivanova, 2013) “declararon un valor económico de la actividad de pesca deportiva de \$80,801,119 dólares americanos con un gasto promedio por pescador recreacional de \$3,155 dólares americanos por viaje de pesca”, en lo que respecta a los resultados del presente estudio la derrama se estimó en un total de \$82,054,500 de dólares americanos al año, con un gasto promedio por pescador de \$3,300 dólares americanos, dando como resultado una diferencia mínima entre el análisis de la actividad en 2013 y 2017. Lo que permitió concluir que la actividad de pesca deportiva opera de manera constante.

8.3 Aspectos socioeconómicos

Es importante observar los datos sociodemográficos del visitante (Anaya *et al.*, 2015). Estos datos permiten conocer la distribución geográfica, características e identificar formas de conducta y actitudes, logrando así describir motivaciones, intereses y percepciones de los visitantes (Suárez *et al.*, 2013). Permitiendo generar estrategias para mejorar los beneficios derivados de una determinada actividad.

Específicamente en el caso de Los Cabos, los pescadores proceden de Estados Unidos de América (EUA), específicamente de los Estados de California, Texas, Colorado, Oregón y Arizona. Esto puede estar asociado a dos factores principales: 1) Tarifas aéreas competitivas y cercanía con México y 2) promoción de esta actividad en EUA. Mientras que el 2% de los pescadores de origen extranjero provienen de países como: Canadá, Rusia, Australia y España, haciendo evidente

la dependencia de la actividad del mercado norteamericano y la poca participación de pescadores nacionales en esta actividad.

En lo que respecta al género de pescador deportivo, es posible aprovechar la incorporación del género femenino a esta actividad. Partiendo de que la población estadounidense en 2016, se conformó por poco más de 323 millones de habitantes y de los cuales el 50% son mujeres (Banco Mundial, 2017), se hace evidente el desaprovechamiento de la difusión hacia ese segmento del mercado. Comenzar con una promoción enfocada hacia el sector femenino puede aumentar su participación y favorecer el aumento de la demanda de viajes de pesca en el futuro.

Es importante mencionar que el 70% de las mujeres encuestadas durante este trabajo manifestaron practicar la pesca recreativa por iniciativa propia, mientras que el 30% restante acudía a realizar la actividad motivada solo por acompañar a otro pescador deportivo.

Los resultados arrojados por la encuesta aplicada y los datos ahí asentados identificaron que el 36% de los pescadores deportivos tienen una edad entre los 31-40 años, esto coincide con lo mencionado por Hernández *et al.* (2012), quienes reportaron edades promedio de 34 años acorde con un tipo de turismo de “sol y playa”, que visitan la zona para disfrutar de los diversos atractivos turísticos que ofrece el lugar, lo que permite identificar que la preferencia por el área de estudio se genera en este rango de edad.

Por otra parte, los pescadores que acuden a Cabo San Lucas en promedio realizan un viaje de pesca por visita. Es importante señalar que este destino ofrece un mayor número de opciones en cuanto a embarcaciones se refiere, facilitando el acceso a contratar desde una panga sencilla hasta embarcaciones de lujo, lo que facilita realizar la actividad de manera individual o grupal, según lo prefiera el pescador deportivo. Así mismo, Cabo San Lucas cuenta con distintos atractivos turísticos o distracciones que complementan la experiencia (SECTUR, 2014) del pescador y por

lo tanto, al invertir en ello dejan de contratar más viajes de pesca o se enfocan en otras actividades turísticas.

Es importante resaltar que los pescadores deportivos con nivel de experiencia intermedio predominan en la zona, hecho que coincide con lo observado por Aguilar (2015), demostrando el interés de pescadores con experiencia por Los Cabos.

Se destaca que la disposición a pagar está fuertemente asociada al deseo de los pescadores de capturar las especies que ha seleccionado como presas objetivo. La presencia de pescadores con ingresos superiores a los \$87,500 dólares americanos al año, hacen evidente que la actividad es practicada a manera de lujo. Sin embargo, ello no limita a los pescadores por su nivel de experiencia

Con relación a la práctica de captura y liberación, se detectó que los pescadores deportivos muestran una preferencia por esta modalidad de pesca, particularmente los de origen extranjero quienes presentan la mayor aceptación por dicha técnica de pesca, esto puede ser asociado al acceso a la concientización internacional y por la posible influencia de factores morales como percibir que contribuyen a la conservación y cuidado de la especie. Por lo tanto, se incrementa y refuerza la preferencia por esta práctica y se trata de disminuir el impacto en los recursos marinos. Esta aceptación, le permite al pescador deportivo-recreativo alcanzar un nivel de satisfacción que no radique en la retención de un ejemplar, sino en la experiencia de capturarlo. En este sentido, cabe señalar que algunos prestadores de servicios de Cabo San Lucas, como la empresa Pisces Sportfishing, promueven esta práctica incentivando a los pescadores por medio de reconocimientos, lo que permite al destino de Cabo San Lucas aumentar la aceptación de esta práctica.

Este hecho coincide con la determinación del pescador recreacional de volver a la zona de estudio, aunque no se le permitiera retener la captura del día. Esto demuestra que los visitantes valoran más la actividad recreativa y la experiencia del viaje de pesca. Si se mantiene el mismo nivel de esfuerzo pesquero, es importante

señalar que la práctica de captura y liberación favorece la disminución de mortalidad por pesca, beneficiando la conservación de las especies (Olaussen, 2016) y la permanencia de la actividad.

En este trabajo se logró identificar que los ejemplares capturados se consideran trofeos para el pescador recreativo, por lo que resulta necesario implementar mejores estrategias que tengan como premisa promover la técnica de captura y liberación. Esta recomendación beneficia la conservación del recurso y los potenciales beneficios que esta práctica genera en cuanto al crecimiento de la población de peces de pico (marlin rayado), particularmente en aquellos aprovechados por la pesca deportiva, por lo que se hace necesaria la recomendación de sensibilizar a los prestadores de servicios y a los pescadores deportivos que no han mostrado una clara preferencia por esta técnica de pesca, acerca de los beneficios que proporciona esta técnica de pesca, principalmente a los pescadores recreacionales de origen nacional, quienes muestran un grado de menor aceptación por esta técnica de pesca.

El presente estudio explora por primera vez la aplicación del modelo bioeconómico a la pesca recreativa de una especie altamente migratoria. Los principales insumos necesarios para esta aplicación fueron una base adecuada de evaluación del stock, así como información económica de la actividad y el conocimiento de cómo funcionan los diferentes subsistemas que lo componen (biológico y económico).

Existen externalidades que podrían explorarse en futuras investigaciones. Entre ellas se encuentra el efecto de aglomeración que ocurriría si por alguna razón incrementara el número de embarcaciones (Seijo *et al.* 1997) destinadas a la pesca recreacional. Esta externalidad sería el resultado de que los pescadores ya saben dónde se encuentran concentrados los ejemplares de marlin rayado, y se dirigen directamente a él cuando el este escasea en la zona, por lo que un incremento en el número de embarcaciones podría provocar dos situaciones, primero que los pescadores deban recorrer mayores distancias para identificar otro posible banco

de marlin o que tengan que acudir a otra zona con la expectativa de capturar uno de estos ejemplares lejos de dicha área, es importante señalar que actualmente no se ha indicado un número de operaciones límite por año ni se ha limitado el número de embarcaciones que puedan operar en la actividad de pesca deportivo-recreativa. Los efectos de esta externalidad a su vez provocarían o daría paso una externalidad de stock ya que en cualquiera de los dos casos se incrementarían los costos del combustible (gasolina/diesel) para encontrar otro banco, o dos, que tengan que esperar más tiempo para poder estar en dicha área, generando así un aumento en los costos de extracción.

Considerando que la dieta del marlin rayado está compuesta principalmente por sardina Ortega-García et al. (2012) y que esta especie es sumamente sensible a los cambios de temperatura como lo indica Martínez (2002) su distribución se ve afectada ante la presencia de fenómenos como El Niño y La Niña, hace viable el análisis de la presencia de otra posible externalidad de carácter ambiental, ya que al verse afectada la temperatura superficial del mar o presentarse alguno de los fenómenos ENSO, la disponibilidad de alimento para el recurso podría verse comprometida y afectar la presencia del mismo en la zona de estudio, provocando posibles migraciones o distanciamiento de sus zonas de agregación habitual.

9 CONCLUSIONES

- La construcción de un modelo bioeconómico considerando la interacción del recurso marlin rayado y la flota recreativa resultó una herramienta sumamente útil que permite identificar el nivel mínimo de esfuerzo a realizar para seguir manteniendo beneficios económicos cada tipo de embarcación empleada en la actividad. Siendo la cifra objetivo un total de 33,000 operaciones anuales mismas que no ejercen efectos negativos sobre el recurso marlin rayado.
- En términos de beneficios económicos, la pesca recreativa del marlin rayado produce mayores ganancias totales que la pesca comercial. Por ejemplo, los desembarques de la flota comercial promediaron 4,000 toneladas por año en la década de 1990, con un valor presente de ingresos totales de US \$ 20 millones, una cifra que no toma en cuenta los costos de producción. Al comparar esta estimación con los US \$ 17 millones de ingresos netos (año base 2017) producidos por la pesca recreativa, es probable que esta última genere mayores ingresos a los prestadores de servicio.
- En lo referente al perfil del pescador deportivo que acude a la zona de Los Cabos, se identificaron dos tipos de pescadores:
 - 1) Pescadores deportivos de ocasión: aquellos que realizan la actividad de forma turística, es decir practican pesca deportiva como una atracción más a las ya existentes en la zona de estudio. Suelen estar en un rango de edad que va de 21 a 40 años, presentan un nivel de experiencia principiante en pesca deportiva y realizan solo un viaje de pesca cuando visitan la zona.

- 2) Pescadores deportivos exclusivos: aquellos que acuden a la zona de estudio con la única finalidad de realizar viajes de pesca de pesca deportiva. Se encuentran en un rango de edad que va de los 41 a 71 años de edad. Sus niveles de experiencia se ubican entre intermedios y expertos y realizan entre 3 y 4 viajes de pesca regularmente durante su visita a la zona.
- Los efectos que tiene el esfuerzo de la flota recreacional sobre el recurso marlin rayado no genera impactos negativos que impidan una saludable condición del stock y la tendencia que muestra la población es positiva, con posibilidades de llegar a cifras cercanas a su biomasa inicial. En lo referente a implementar la práctica de capturar y liberar, permitiría un incremento significativo del stock de marlin rayado (*Kajikia audax*) sin embargo esto tendría un impacto en la preferencia de los pescadores recreativos, ya que casi el 20% de los encuestados manifiesta no tener interés en regresar a la zona de estudio en caso de modificar la pesca de marlin rayado bajo la modalidad exclusiva de capturar y liberar.
 - La implementación de la técnica captura y liberación para la especie marlin rayado (*Kajikia audax*) favorece la disponibilidad del recurso, ya que permite llegar en un mediano plazo a cifras cercanas a la biomasa inicial. Si bien esto favorece al recurso, esto puede repercutir a la flota recreativa, ya que esta modalidad de pesca traería consigo una disminución en el nivel de esfuerzo (viajes de pesca), ya que durante el estudio se identificó un porcentaje de pescadores que no volvería a la zona de estudio.

10. LITERATURA CITADA

Aguilar Serrano, J.A. 2015. Perfil Socioeconómico del Pescador Deportivo en Cabo del Este B.C.S y Análisis FODA para el Mejoramiento de los Servicios. Tesis de Licenciatura. México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 59p.

Alós, J. 2009. Mortality impact of recreational angling techniques and hook types on *Trachinotus ovatus* (Linnaeus, 1758) following catch-and-release. *Fisheries Research*, 95: 365-369.

Anaya Ortiz, J.S., A. Palafox Muñoz. 2010. Perfil del excursionista de cruceros que visita la isla de Cozumel. *El Periplo Sustentable*, 28:166–185.

Anderson, L. G. 1983. The Demand curve for recreational fishing with an application to stock enhancement activities. *Land Economics*, 59:279-286.

Androkovich, R. A. 2015. Recreational visits to the Adam's river during the annual sockeye run: A travel cost analysis. *Marine Resource Economics*, 30:35-49.

Banco Mundial. 2017. Población, Hombres. URL <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL.MA.IN?end=2016&locations=US&start=2016&view=bar>.

Bateman, I. J., 1993. Valuation of the environment, methods and techniques: revealed preference methods. In: R.K. Turner, ed. *Sustainable environmental economics and management*. London: Belhaven Press, 192–265.

Beverton Raymond J. H., J. Holt Sidnay. 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Editorial Fishery Invest. Ser. II, Vol. 19*. London.533p.

Billfish Foundation. 2008. The Economic Contributions Of Angler To The Los Cabos Economy. URL https://www.igfa.org/images/uploads/files/TBF_Cabo_Economics_Report-English.pdf. Consultado el 11/11/2019.

Bin O., C. E. Landry, C. L. Ellis, H. Vogelsong. 2005. Some consumer surplus estimates for North Carolina beaches. *Marine resource economics*, 20 (2): 145–161.

Blicharska Malgorzata B., P. Rönnbäck. 2018. Recreational fishing for sea trout—Resource for whom and to what value?, *Fisheries Research*. 204: 380-389.

Bockstael, N.E. 1995. *Travel Cost Models*, Handbook of Environmental Economics. Blackwell Publishers: Cambridge, MA.

Bowker, J. M., D. B. K. English, J. A. Donovan. 1996. Toward a value for guided rafting on southern rivers. *Journal of agricultural and applied economics*, 28 (2): 423–432.

Boyle, K.J., B. Roach, D. G. Waddington. 1998. 1996 Net economic values for bass, trout and walleye fishing, deer, elk and moose hunting, and wildlife watching. Prepared for US Fish and Wildlife Service. Report 96-2. Arlington Virginia, URL https://www.fws.gov/wsfrprograms/Subpages/NationalSurvey/rpt_96-2.pdf. Consultado el 10/03/2020.

Bromhead, D., J. Pepperell, B. Wise, J. Findlay. 2004. Striped marlin: biology and fisheries. Final Report to the Australian Fisheries Management Authority Research Fund and the Fisheries Resources Research Fundation. Bureau of Rural Sciences, Canberra, Australia, pp. 260.

Brownscombe J. W., K. Hyder, W. Potts, K. L. Wilson, K.L. Pope., A.J. Danylchuk, J. Cooke Steven, A. Clarke, R. Arlinghaus, J. R. Post. 2019. The future of recreational fisheries: Advances in science, monitoring, management, and practice. *Fisheries Research*. 211: 247-255.

Cardona F., B. Morales-nin. 2013. Anglers perceptions of recreational fisheries and fisheries management in Mallorca. *Ocean and coastal management*. 82:146 -150.

Caulkins, P. P., R. C. Bishop, N. W. Bouwes. 1986. The travel cost model for lake recreation: a comparison of two methods for incorporating site quality and substitution effects. *American journal of agricultural economics*. 68, 291–297.

Centro de predicción climática. 2018. URL https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php. Consultada por última vez en Septiembre de 2019.

Cerdenares-Ladron De Guevara G. , E. Morales-Bojorquez, S. Ramos-Carrillo, G. Gonzalez Medina. 2012. Variabilidad de la abundancia relativa y talla promedio del pez vela *Istiophorus platypterus* capturado por la flota artesanal en el golfo de Tehuantepec, México. *Ciencias Marinas*. 38 n.3: 551-562.

Chagaris D. , M. Allen, E. Camp. 2019. Modeling temporal closures in a multispecies recreational fishery reveals tradeoffs associated with species seasonality and angler effort dynamics. *Fisheries Research*. 210:106-120.

Chávez Comparan J. C. , D. W. Fisher. 2001. Economic valuation of the benefits of recreational fisheries in Manzanillo, Colima, Mexico. *Tourism Economics*. 7: 331-345.

Collette, B. B., J. R. McDowell, J. E. Graves. 2006. Phylogeny of recent billfishes (Xiphoidei). *Bulletin of Marine Science*. 79: 455–468.

Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. 2009. Boletín Pesquero y Acuícola. Hacia una pesca y acuicultura responsables. “Países Brindan Confianza Total a México. Es un hecho el campeonato mundial de pesca deportiva en Mazatlán”. Mayo 31, Año 3. 47: 2.

Cooke, S. J. , I. G. Cowx. 2004. The role of recreational fishing in global fish crises. *Bioscience*. 54: 857–859.

Cooke S.J., H. L. Scharmm. 2007. Catch-and-release science and its application to conservation and management of recreational fisheries. *Fisheries Management and Ecology*. 14:73-79.

Cooke S. J. , C.D. Suski, R. Arlinghaus, A. J. Danylchuk. 2013. Voluntary institutions and behaviours as alternatives to formal regulations in recreational fisheries management. *Fish and Fisheries*. 14: 439-457.

Cox S., C. Walters . 2002. Maintaining quality in recreational fisheries: How success breeds failure in management of open-access sport fisheries, Capitulo 8 En: Pitcher T. J., C. E. Hollingworth (eds.). *Recreational Fisheries: Ecological, Economic, And Social Evaluation*. Blackwell Science (Blackwell, Vol. 1). United Kindom. pp107-119.

Cox S., C. Walters, J. Post. 2003. A Model-Based Evaluation of Active Management of Recreational Fishing Effort. *North American Journal of Fisheries*. 23: 1294 a 1302.

Diario Oficial de la Federación, DOF (1987). Agosto 28. URL http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4679557&fecha=28/08/1987&print=true

Diario Oficial de la Federación, DOF (2012). Actualización de la Carta nacional Pesquera. Agosto 24. URL <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/CARTA%20NACIONAL%20PESQUERA/24082012%20SAGARPA.pdf>.

Diario Oficial de la Federación, DOF (2013). Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-PESC-1994, Para regular las actividades de pesca deportivo-recreativa en las aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos, publicada el 9 de mayo de 1995. URL https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5323155&fecha=25/11/2013

Diario Oficial de la Federación, DOF (2015). Decreto por el que se reforma el segundo párrafo del artículo 64 de la Ley General de Pesca y Acuicultura

Sustentables. URL
http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5395234&fecha=04/06/2015

Ditton R. B. , S. R. Grimes, L. D. Finkelstein. 1996. A Social and Economic Study of the Recreational Billfish Fishery in the Southern Baja Area of Mexico. Rep. Prep. Billfish Found, Texas A y M University. Pp 1-45.

Domeier M. L. , H. Dewar, L. N. Nasby. 2003. Mortality rate of striped marlin (*tetrapturus audax*) caught with recreational tackle. Marine and Freshwater research. 54: 435-445.

Douglas J. , P. Brown , T. Hunt, M. Rogers, M. Allen. 2010. Evaluating relative impacts of recreational fishing harvest and discard mortality on murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). Fisheries research. 106: 18-21.

Du Preez M., S. G. Hosking. 2011. El valor de la pesquería de trucha en Rodas, Cabo Nororiental, Sudáfrica: un análisis de costos de viaje utilizando modelos de datos de conteo, Journal of Environmental Planning and Management. 54: 2, 267-282.

Eldridge M. B., P. G. Wares. 1974. Some biological observations of billfishes taken in the eastern Pacific Ocean, 1967-1970. U.S. Nat. Mar. Fish. Serv., NOAA Tech. pp. 89 a 101. URL
<https://pdfs.semanticscholar.org/b8d7/1321d0b4bc62250b6211dad9dcbf0f4d3f3e.pdf>

Fix P., J. Loomis. 1997. The economic benefits of mountain biking at one of its meccas: An application of the travel cost method to mountain biking in Moab, Utah. Journal of Leisure Research 29 (3): 342–352.

Gómez Cabrera I. 2012. Pesca Deportiva y Pesca Ribereña en Baja California Sur, México: comparación del valor económico. Tesis (Grado Doctorado). La Paz, Baja California Sur. Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Gómez Cabrera I. D., A. Ivanova Boncheva. 2013. Valor económico de la pesca deportiva como fuente principal de atracción turística en Los Cabos, Baja California Sur, México. TURYDES, Turismo y desarrollo local sostenible. 6: 1-25.

González-Armas R., O. Sosa-Nishizaki, R. Funes-Rodriguez, A. Levy-Perez. 1999. Confirmation of the spawning area of the striped marlin, *Tetrapturus audax* in the so- called core area of the eastern tropical Pacific off Mexico. Fisheries Oceanography 8, 238–242.

Gordoa Ana, Dedeu Arnau L.y Jordi Boada (2019).Recreational fishing in Spain: First national estimates of fisher population size, fishing activity and fisher social profile. Fisheries Research. Volume 211.Pages 1-12.

Gupta N., R. Raghavan, S. Kuppusamy, V. Mathur, A. C. Pinder. 2015. Assessing recreational fisheries in an emerging economy: Knowledge, perceptions and attitudes of catch-and-release anglers in India. *Fisheries Research*.165: 79-84.

Hanley N., C. L. Spash. 1993. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Hanley N., C. L. Spash. (eds.). *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Editorial Elgar. Primera edición. Austria. pp 228.

Hernández Trejo, Victor; Ponce Díaz, Germán; Lluch Belda, Daniel y Beltrán Morales, Luis Felipe (2012). Economic benefits of sport fishing in e relative. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*. 161: 165-176.

Ibañez R. 2011. Pesca deportiva-recreativa como un atractivo turístico en México. Caracterización, estimación de su demanda futura y efecto multiplicador a otros sectores. *TURYDES*. 4: 1-20.

INEGI, Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. 2017. Anuario estadístico y geográfico de Baja California Sur. URL https://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/BCS_ANUARIO_PDF.pdf

Inter American Tropical Tuna Commission IATTC (2018). Tunas, Billfishes And Other Pelagic Species In The Eastern Pacific Ocean In 2017. URL https://www.iattc.org/PDFFiles/FisheryStatusReports/_English/No-16-2018_Tunas%20billfishes%20and%20other%20pelagic%20species%20in%20the%20eastern%20Pacific%20Ocean%20in%202017.pdf

Jensen O. P., S. Ortega-Garcia, S. J. D. Martell, Ahrens R. N. M., M. L. Domeier, C. J. Walters, J. F. Kitchell. 2010. Local management of a “highly migratory species”: The effects of long-line closures and recreational catch-and-release for Baja California striped marlin fisheries. *Progress in Oceanography*. 86: 176-186.

Klett Trauslen A., G. Ponce Díaz, S. Ortega García. 1996. Pesquería Deportivo - Recreativa en: Casas Valdez M., G. Ponce Díaz Estudio del Potencial Pesquero y Acuícola de Baja California Sur, Potencial pesquero y acuícola de BCS (Vol. 2), pp 389-418.

Layman C. K., John R. Boyce. 1996. Economic Valuation of the Chinook Salmon Sport Fishery of the Gulkana River, Alaska, under Current and Alternate Management Plans. *Land Economics*. 72. 113-128.

Min-Yang L., S. Steinback, K. Wallmo. 2017. Applying a Bioeconomic Model to Recreational Fisheries Management : Ground fish in the Northeast United States. *Marine Resource Economics*. 32:192-216.

Ley general de pesca y acuicultura sustentable Diario Oficial de la Federación, DOF. 2007. URL http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5395234&fecha=04/06/2015

Liston C., A. Heyes. 1999. Recreational benefits from the Dartmoor National Park. *Journal of environmental management*. 55 (2):69–80.

Lluch-Cota, D.B., S. Hernández-Vázquez, E.F. Balart-Páez, L.F. Beltrán-Morales, P. del Monte Luna, A. González-Becerril, S.E. Lluch-Cota, A.F. Navarrete del Proó, G. Ponce-Díaz, C.A. Salinas-Zavala, J. López-Martínez, S. Ortega-García. 2006. *Desarrollo Sustentable de la Pesca en México: Orientaciones Estratégicas*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste/ Comisión de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca del Senado de la República. 436 p.

Llompарт F.M., D.C. Colautti, C. R. M. Baigún. 2017. Conciliating artisanal and recreational fisheries in Anegada Bay, Argentina. *Fisheries Research*. 190: 140-149.

McConnell, K. E., J. G. Sutinen. 1978. Bioeconomic Models Of Marine Recreational Fishing. *Environmental Economics and Management*. 6: 127-139.

Massey D.M., S.C. Newbold, B. Gentner. 2006. Valuing water quality changes using a bioeconomic model of a coastal recreational fishery. *Environ. Econ. Manage.* 52: 482–500.

Melo Barrera, F. N. 2001. Edad y crecimiento del marlin rayado, *Tetrapturus audax*, (Philippi, 1887), en Cabo San Lucas, B.C.S., México. Tesis (Maestría en ciencias con especialidad en manejo de recursos marinos). La Paz, Baja California Sur. Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas, IPN. 76p.

Melo Barrera, F.N., Uruga, R. F. 2004. Estructura de tallas y edad del marlin rayado *Tetrapturus audax* (Pisces:Xiphidae), en Cabo San Lucas, Baja California Sur, México. *Revista de Biología Tropical*, 52(4):981-989.

Meza Cuellar, N. A. 2017. Valoración socioeconómica de la pesca deportiva y preferencia por capturar dorado (*Coryphaena hippurus*) en la zona de Los Barriles-Buena Vista, Baja California Sur, por el método costo de viaje. Tesis (Maestría). La Paz, Baja California Sur, México. CIBNOR, S.C. 84 p.

Morrow, J. E. 1964. Marlins, sailfish and spearfish of the Indian Ocean. In *Proceedings of a Symposium on Scombroid Fishes*, Mandapam: Marine Biological Association. 1: 429–440.

Nakamura, I. 1985. *FAO Species Catalogue. Billfishes of the world. An annotated and illustrated catalogue of marlins, sailfishes, spearfishes and swordfishes known to date*. *FAO Fisheries Synopsis*. (125) 5: 1-65.

New Zealand marine research foundation. 2016. *Recreational fishing in New Zealand. A billion dollar industry*. New Zealand marine research foundation, 12

p. URL <https://www.nzmrfa.org.nz/files/New-Zealand-Fishing-Economic-Report.pdf>.

NOM 017 DE PESC 1994 URL https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311370/NOM_017_PESC.pdf

Núñez, M.P., R. Cortez. 2015. Valoración económica de las actividades de buceo en el Parque Nacional Archipiélago Espíritu Santo. Tesis (Licenciatura en Economía) área interdisciplinaria de ciencias sociales y humanidades, La Paz, BCS México. UABCS. 81p.

OECD, Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, 2002. Handbook of Biodiversity Valuation. A guide for policy makers. París, Francia. 153 p.

Olaussen, J. O. 2016. Catch and release and angler utility: evidence from an Atlantic salmon recreational fishery. Fisheries management and ecology. 23: 253-263.

Olaussen J. O., A. Skonhott. 2008. A Bioeconomic Analysis of a Wild Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Recreational Fishery. Marine Resource Economics. 23: 273-293.

Ortega García S., A. Klett-Trauslen, G. Ponce-Díaz. 2003. Analysis of sportfishing catch rates of striped marlin (*Tetrapturus audax*) at Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico, and their relation to sea surface temperature. Marine and freshwater research, 2003. 54: 483-488.

Ortega García, S., E. Camacho Bareño, R. O. Martínez Rincón. 2015. Effects of environmental factors on the spatio-temporal distribution of striped marlin catch rates off Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico. Fisheries Research 166: 47–58.

Pagiola, S., K. Ritter, J. Bishop. 2004. Assessing the economic value of ecosystems. Washington DC: World Bank. 101 URL <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/18391>.

Parsons G. 2003. El modelo del costo del viaje. En: Champ PA, Boyle KJ, Brown TC (eds) Una cartilla sobre valoración no comercial. The Economics of Non-Market Goods and Resources, vol 3. Springer, Dordrecht. pp183-185.

Pendleton L., R. Mendelsohn. 2000. Estimating recreation preferences using hedonic travel cost and random utility models. Environmental and resource economics. 17: 89-108.

Pérez Valencia, Sergio Alejandro (2004). “Estudio de la pesca deportivo-recreativa en la región de Los Cabos, B.C.S., con énfasis en el destino de las

capturas". (Tesis maestría) México. Centro de investigaciones biológicas del Noroeste S.C. 73p.

Pepperell, J.G., G. Henry. 1998. Development and implementation of a Catch/Effort Monitoring system for the organized gamefish fishery off Eastern Australia. Pepperell Research and Consulting and NSW Fisheries URL http://www.dpi.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0005/384998/Pepperell-GFM-08-09-Final-Report.pdf.

Pine III E., W. Martell , S. J. D. Jensen, O. P. Walters, J. F. Kitchell. 2008. Catch-and-release and size limit regulations for blue, white , and striped marlin : the role of postrelease survival in effective policy design. *Canadian Journal of fisheries and aquatic sciences*. 65: 975–988.

Pita P., K. Hyder, P. Gómez, C. Pita, M. Rangel, P. Veiga, J. Vingada, Villasante S. 2018. Economic, social and ecological attributes of marine recreational fisheries in Galicia, Spain. *Fisheries Research*. 208: 58-69.

Pitcher, T. J., C.E. Hollingworth. 2002. *Recreational Fisheries: Ecological, Economic, And Social Evaluation*. (T. J. Pitcher, C. E. Hollingworth, Eds.), Blackwell Science (Blackwell, Vol. 1). United Kindom.

Recreational Boating and Fishing foundation y The outdoor foundation .2019. 2019 Special report on fishing. Reporte, 77 p. URL https://outdoorindustry.org/wp-content/uploads/2015/03/2019-Special-Report-on-Fishing_RBFF_FINAL1.pdf.

Rubio castro G. G. 2011. Edad Y Crecimiento Del Marlin Rayado, *Kajikia audax* (Philippi, 1887) En La Costa De Mazatlán, Sin., México. Tesis (Maestro En Ciencias En Manejo De Recursos Marinos). La Paz, Baja California Sur. Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas-IPN. 52 p.

Samples, K. C., R. C. Bishop. 1985. Estimating the Value of Variations in Anglers' Success Rates: An Application of the Multiple-Site Travel Cost Method. *Marine Resource Economics*, 2, 55-74.

SECTUR, Secretaria de Turismo. 2014. Agendas de competitividad de los destinos turísticos de México. Los Cabos Baja California Sur (1), páginas 1–17.

Sevilla Rodriguez H. 2013. Ciclo Reproductivo Del Marlin Rayado (*Kajikia audax*) En Cabo San Lucas, Baja California Sur, Mexico. Tesis (Maestría En Ciencias En Manejo De Recursos Marinos). La Paz, Baja California Sur. Centro Interdisciplinario De Ciencias Marinas-IPN. 54 p.

Sosa Nishizaki O. 1998. Revisión Histórica Del Manejo De Los Picudos En El Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*. 24: 95–111.

Southwick R., J.C. Holdsworth, T. Rea, L. Bragg, T. Allen. 2018. Estimating marine recreational fishing's economic contributions in New Zealand. *Fisheries Research*. 20:116-123.

Suárez M.S., A. M. Jiménez. 2013. Caracterización Del Perfil De Los Estudiantes De Negocios Internacionales De La Universidad Santo Tomás, Sede Bogotá. *Hallazgos*. V. 10, N. 19: 163- 173.

Sun, C.-L., N. J. Su, S. Z. Yeh, Y. Chang. 2011. Stock assessment of striped marlin (*Kajikia audax*) in the western and central North Pacific Ocean using an age-structured model. WCPFC Document WCPFC-SC8-2012/SA-WP-05. 10.1093/med/9780199647095.003.0039 URL http://isc.fra.go.jp/pdf/BILL/ISC11_BILL_3/ISC11BILLWG-3_WP02.pdf.

Sutinen, J. G., R. J. Johnston. 2003. Angling management organizations: integrating the recreational sector into fishery management. *Marine Policy*. 27(6): 471–487.

Sweeney, A. 2008. *Estadística Para Administración Y Economía*. Editorial Cengage Learning. Décima edición. México. 1061p.

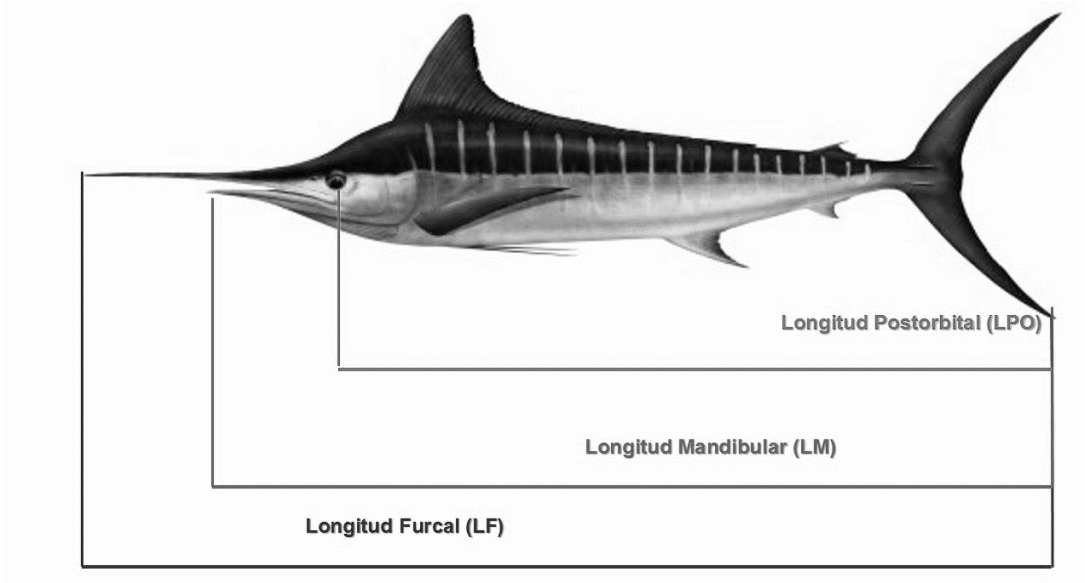
Ueyanagi, S., P. G. Wares. 1975. Synopsis of biological data on striped marlin, *Tetrapturus audax* (Philippi, 1887). In: Shomura, R.S. and Williams, F., (eds.) *Proceedings of the international billfish symposium, Kailua-Kona, Hawaii, 9-12 August 1972, Part 3. Species synopses*. pp. 132-159.

Walters, C.J., S.J.D Martell, J. Korman. 2006. A stochastic approach to stock reduction analysis. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 63:212–223.

Ward F. A., D. Beal. 2000. *Valuing Nature with Travel Cost Models A Manual*. *Marine Resource Economics*. 16: 315-317.

11 ANEXOS

Anexo A Medidas Morfo métricas del Marlin Rayado



Fuente: DOF (2015).

Anexo B Encuesta aplicada al pescador recreacional

MALE _____

FEMALE _____

Age group:	< 20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	70 plus

INTRODUCTION: This is an **anonymous** interview specially designed to collect data for scientific research being conducted in the Fisheries and Aquaculture Bioeconomics PHD program. The information that you provide can only be used for scientific purposes to develop a **Bioeconomic analysis of recreational fisheries in Los Cabos** and cannot be used for other purposes.

Instructions: Answer these questions

1. What is your motivation for practicing sport fishing?

- a) Recreation/To win a tournament b) Tourism/Business c)
To enjoy the environment

2. Where are you

from? _____
—

3. How many hours do you spend travelling to come to

B.C.S.? _____

4. How did you get here?

- a) Airplane b) Bus c) Private/ rental car d) private
boat

5.-What was the overall total (approximate) for your expenses on this trip?_____

\$_____Round-trip airfare \$_____ All inclusive package
 \$_____Car rental/fuel \$_____Hotel \$_____ Meals

5. What do you consider your fishing skill level to be?

- a) Amateur/ Beginner b) Experienced c) Expert

6. Including this trip how many times have you visited this area in the past 12 months? _____

7. On this trip how many days did you fish?_____

8. How many hours do you spend on the sea when you go fishing?_____

9. How many anglers were on the boat, excluding the crew?_____

10.Do you practice Catch and release?

- a) No
 b) Yes

11.What is your motivation to practice catch and release?

- a)Fun/Experience b) Species preservation c) Research

12.How many species did you catch(C) and how many did you release (R) on this trip?

Species	C	R
Striped Marlin	_____	_____
Dorado	_____	_____
Wahoo	_____	_____
Tuna	_____	_____
other ()	_____	_____

13. What is the estimated size of your catch?

long _____ weight _____

14. What is the approximate distance that you travel out the

sea? _____

15. Who decides the distance?

a) You

b) The captain In that case, are you satisfied with that? Yes No

c) Other Angler In that case, are you satisfied with that? Yes No

16. What is your satisfaction level after practicing Sport fishing?

a)Excellent b)Very Good c)Good d)Bad e)Too Bad

17. Your satisfaction level will be the same if your catch it's bigger?

a)Yes

b)No in that case how much percent your satisfaction level will be reduced _____%

18. What do you think about the price of the permit? 205 pesos (10 usd)

a)Cheap

b)Fair

c)Expensive

19. If you could catch a Marlin every time that you came to Cabo, would you pay more for the permit?

- a) Yes (in that case what percent) _____
 b) No

20. If the government implements the use of Fish Aggregating Devices (FADs) what do you think about it?

- a) the use of FADS eliminate the attraction to practice sport fishing/prefer go to the sea
 b) I prefer the use of these devices because it's a warranty to catch fishes
 c) Doesn't matter

21. If the government only permits the practice of catch and release in this region you:

- a) I'll back to Cabo to practice sport fishing b) I'd never came back to cabo to practice sport fishing

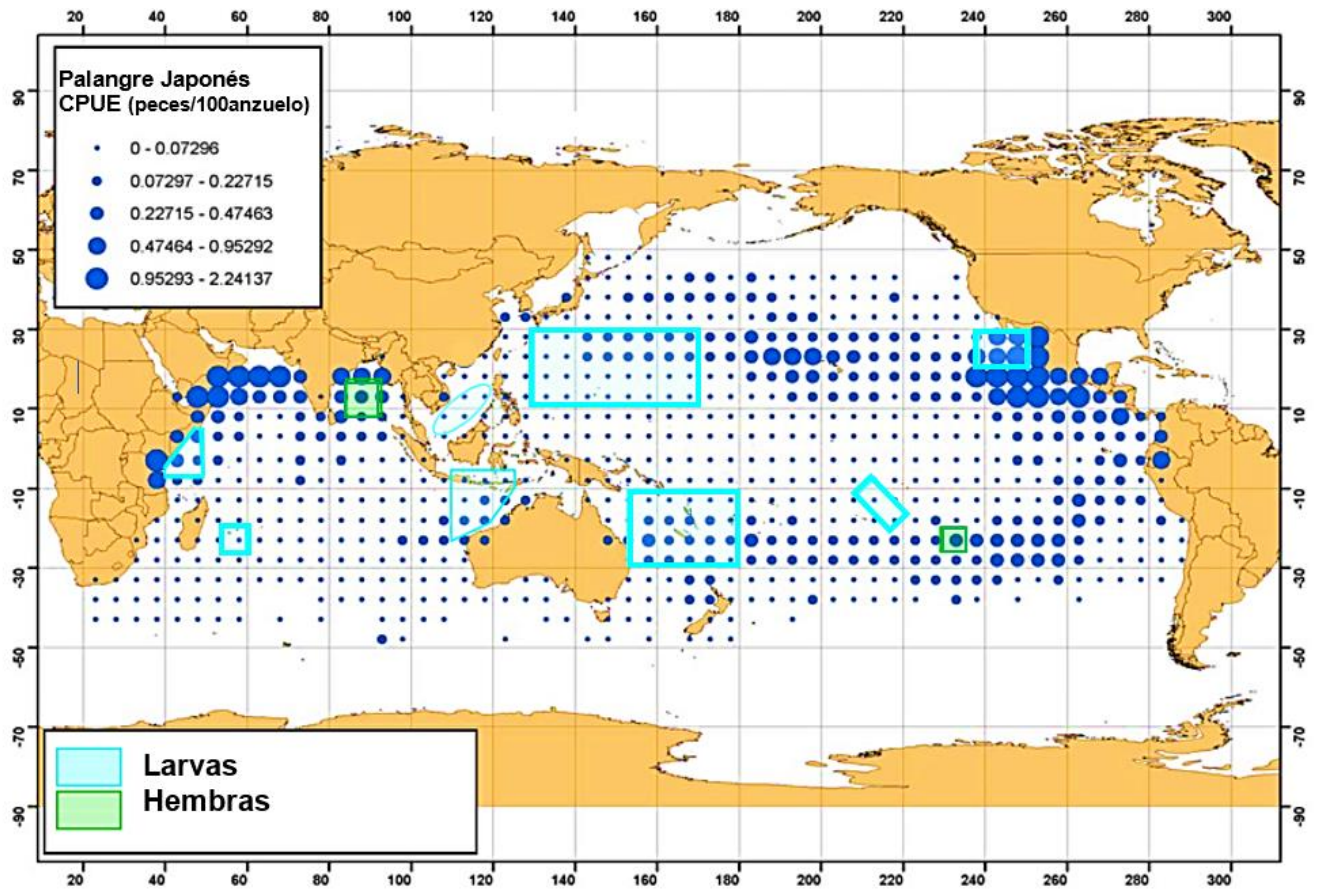
22. Your satisfaction level be the same if you only practice catch and release?

- a) Yes
 b) No in that case how much percent your satisfaction level will be reduced _____%

23. What is your total (approximate) estimated income before taxes?

- Less than \$24,499
- Between \$25,000-49,999
- Between \$50,00-74,999
- Between \$ 75,000-100,000
- Between \$100,000-150,000
- Over \$150,000

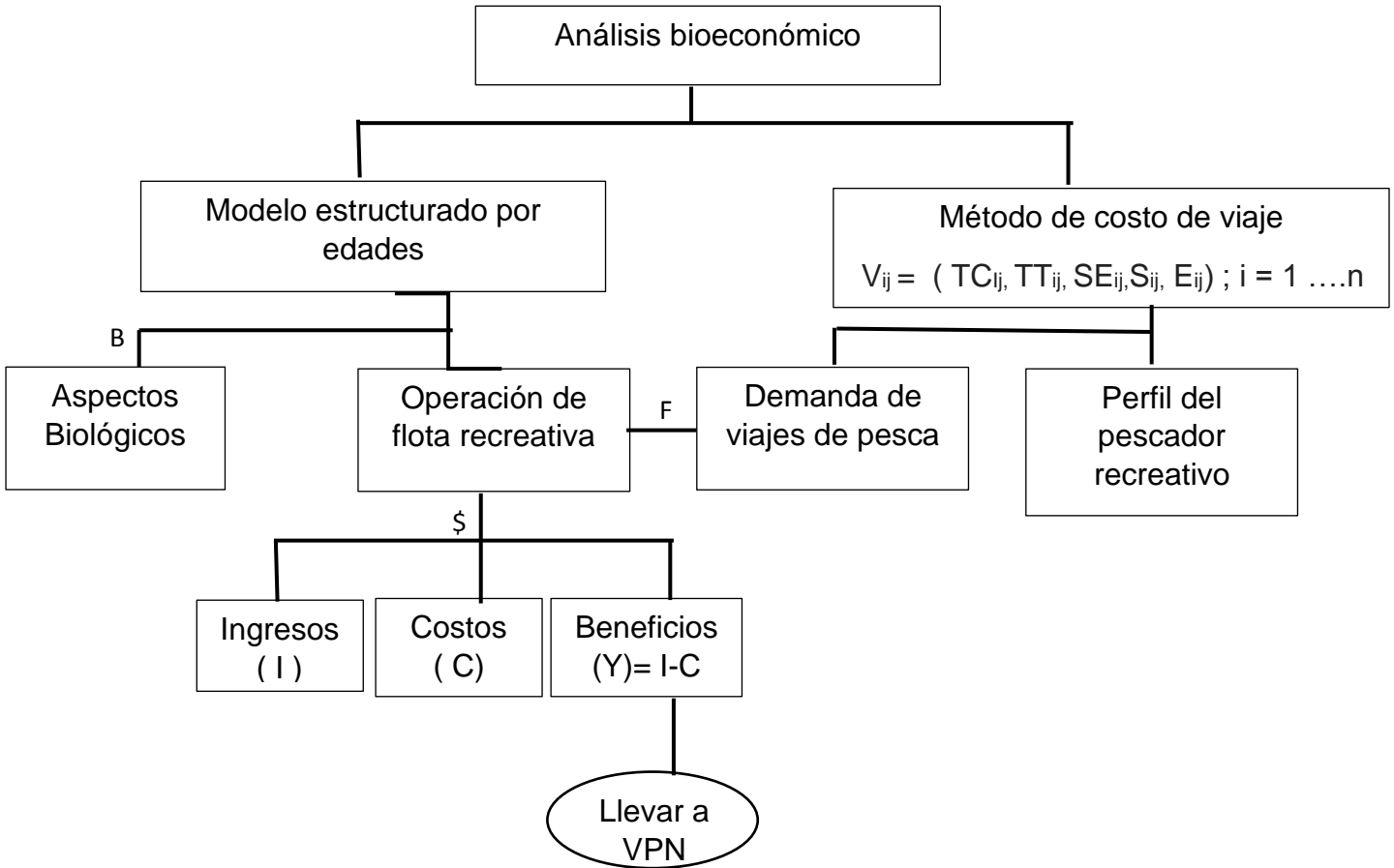
Anexo C Distribución de Marlin Rayado



Indicada por la CPUE anual de palangre Japonés para el período 1970-2000, zonas de desove (azul claro - donde se identificaron las larvas) y zonas de desove Índico y Pacífico. Distribuciones determinadas a partir de los datos de las tasas de captura de los registros históricos de palangre japoneses, y aplicación de encuestas (Bromhead et al., 2004).

Anexo D

Diagrama explicativo de construcción del análisis bioeconómico



Anexo E

Conceptos considerados para el cálculo de costos de operación	
Costos fijos	Costo variable
Seguro Responsabilidad Civil	Gasolina
Seguro Responsabilidad Civil Viajero	Permiso De Pesca
Motor	Capitán
Amarre	Ayudante
Mantenimiento	
Limpieza	
Permiso Prestador De Servicios Turísticos	
Equipo De Pesca	
Embarcación	