

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN
SUPERIOR DE ENSENADA, BAJA CALIFORNIA**



**PROGRAMA DE POSGRADO EN CIENCIAS
EN ECOLOGÍA MARINA**

Análisis del comportamiento del esfuerzo pesquero de la flota ribereña de San Felipe como base para la modelación de mortalidad incidental de la vaquita (*Phocoena sinus*).

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

Presenta:
María Fernanda Urrutia Osorio

Ensenada, Baja California, México

2014

Tesis defendida por
María Fernanda Urrutia Osorio
y aprobada por el siguiente Comité

Dr. Armando Martín Jaramillo Legorreta
Co-Director del Comité

Dr. Oscar Sosa Nishizaki
Co-Director del Comité

M. en C. Vicente Ferreira Bartrina
Miembro del Comité

Dr. Horacio Jesús de la Cueva
Salcedo
Miembro del Comité

Dr. Lorenzo Rojas Bracho
Miembro del Comité

Dr. David Alberto Rivas Camargo
Coordinador del Posgrado en Ecología
Marina

Dr. Jesús Favela Vara
Director de Estudios de Posgrado

Noviembre, 2014

Resumen de la tesis que presenta María Fernanda Urrutia Osorio como requisito parcial para la obtención del grado de Maestro en Ciencias en Ecología Marina.

Análisis del comportamiento del esfuerzo pesquero de la flota ribereña de San Felipe como base para la modelación de mortalidad incidental de la vaquita (*Phocoena sinus*).

Resumen elaborado por:

María Fernanda Urrutia Osorio

La vaquita (*Phocoena sinus*) es una marsopa pequeña endémica del Alto Golfo de California, actualmente considerado como el mamífero marino en mayor peligro de extinción. A medida que el esfuerzo pesquero se incrementó, más de la mitad de la población de vaquitas se perdió en un periodo de 11 años. Para el año 2008, la abundancia de esta población se estimó en 245 individuos, siendo la mortalidad incidental causada por redes agalleras el factor principal que tiene a la población de la vaquita en grave riesgo de extinción. Las actividades pesqueras de la flota ribereña de San Felipe se monitorearon del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 y del 17 al 22 de octubre de 2013 en el Golfo de Santa Clara. Debido a que cada panga realiza un solo viaje al día, se seleccionó el número de viajes como medida de esfuerzo pesquero. Se observaron en total 4,079 viajes realizados por la flota ribereña camaronera de San Felipe en 72 días y 1,426 viajes en el Golfo de Santa Clara en 5 días muestreados. Utilizando el análisis bayesiano, por medio del método de simulación de Cadena de Markov de Monte Carlo, se estimaron 5,366 (95% I.C. 3,164-9,991) viajes realizados por la flota ribereña de San Felipe y 39,821 (95% I.C. 13,151-177,062) viajes en el Golfo de Santa Clara para los días no muestreados del 15 de septiembre de 2013 al 15 de marzo de 2014. Posteriormente, se estimaron el índice de mortalidad instantáneo y *per capita* utilizando la estimación del esfuerzo pesquero e información demográfica disponible. El índice de mortalidad instantáneo estimado para el 2013-2014 fue de 0.00038 vaquitas/viaje (95% I.C. 0.00036-0.00039) y el índice de mortalidad per cápita estimado fue de 3.15×10^{-6} viajes⁻¹ (95% I.C. 3.1×10^{-6} - 3.3×10^{-6}). Si se supone que la mortalidad de la vaquita se ha comportado de la misma manera de 1997 al 2008, con una mortalidad de 7.36% anual y una abundancia estimada de 119 vaquitas para el periodo 2013-2014, el número de vaquitas capturadas para el periodo 2013-2014 es de 28 vaquitas. Con una tasa de mortalidad de esta magnitud, es posible que la vaquita no tarde o haya alcanzado la población mínima viable, disminuyendo alarmantemente la posibilidad de recuperarse. La única manera en que la población de la vaquita puede recuperarse es si se eliminan las redes agalleras y se ejercen de manera correcta las medidas de conservación.

Palabras clave: ***Phocoena sinus*, esfuerzo pesquero, captura incidental.**

Abstract of the thesis presented by María Fernanda Urrutia Osorio as a partial requirement to obtain the Master of Science in Marine Ecology.

Analysis of the artisanal fisheries' fishing effort dynamics in San Felipe as a bycatch modeling tool for the vaquita (*Phocoena sinus*).

Abstract by:

María Fernanda Urrutia Osorio

The vaquita is the most critically endangered cetacean species in the world; it is a small porpoise endemic to the northern Gulf of California, Mexico. As fishing effort increased greatly, over half of the species population was lost in 11 years. Gillnets for shrimp cause very high rates of by catch, thus incidental mortality is the principal threat for vaquita survival. We estimated the current fishing effort in the Upper Gulf of California in order to estimate *P.sinus* by catch mortality. Fishing activities carried out by artisanal fishermen in the Port of San Felipe were monitored from September 15th to December 14th of 2013 and from October 17th to the 21th in El Golfo de Santa Clara. Information on the number of pangas fishing was collected daily. Since every boat gets out and back once per day, we consider the number of trips as our measure of fishing effort. A total of 5,505 trips were observed during the sample period. Using Bayesian analysis, we estimated the fishing effort for the days that were not monitored to cover the entire shrimp season. A total of 50, 692 trips were estimated using the Markov Chain Monte Carlo. We estimated the mortality rate per trip using the fishing effort estimation and available demographic information of the vaquita population. The mortality rate of the *P.sinus* resulted in 3.15×10^{-6} trips⁻¹. By 2014, the estimate of current *P.sinus* abundance is 119 individuals; with the amount of fishing trips estimated per day, we estimated 28 vaquitas caught on artisanal nets for the 2013-2014 period. With this amount of fishing effort and lack of enforcement, unless drastic action is taken, the vaquita will be lost.

Keywords: ***Phocoena sinus*, fishing effort, incidental mortality.**

Dedicatoria

*A mis papás,
que me lo han dado todo.*

Agradecimientos

A mis papás, por creer en mí y por impulsarme a alcanzar mis sueños. A mi papá, por haber sido mi propulsor desde que era chiquita y mi admiración. A mi mamá, por ser mi ejemplo de vida, eres la mejor persona que conozco.

A mis hermanos: Bola y Eugenio. Simplemente por ser quienes son, gracias por su compañía y cariño, todos los días agradezco que sean mis hermanos.

Al Dr. Armando Jaramillo, por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo y por haberme compartido una parte de tu amplio conocimiento acerca del tema. Por guiarme en cada paso, con paciencia y claridad. No cabe duda que aprendí mucho y espero que la estadística bayesiana no se quede solo en este trabajo.

Al Dr. Oscar Sosa, por haber confiado en el trabajo y en mí. Por abrirme las puertas del laboratorio, por tu actitud positiva y por todo el apoyo que recibí de tu parte, te admiro mucho.

Al M. en C. Vicente Ferreira, Dr. Horacio de la Cueva y Dr. Lorenzo Rojas, por sus valiosas recomendaciones y comentarios para mejorar mi trabajo de tesis. Agradezco su apoyo y dedicación.

Al Centro de Investigación y Estudios de Posgrado de Ensenada por brindarme la oportunidad de realizar la maestría y al CONACYT por la beca de maestría proporcionada.

A Edwyna y Gustavo, por todo su apoyo durante mi estancia en San Felipe. Edws, te agradezco que siempre has estado al pendiente de mí, muchas gracias.

A los Buenavibra, las Chonitas y las Niñas: mi familia ensenadense. Por haber compartido viajes, películas, fiestas, horas de clase, horas de cubo, partidos, derrotas, triunfos y mucha alegría. Sin duda son el mejor recuerdo que me llevo de estos dos años, su compañía me saca una sonrisa todos los días, gracias por este tiempo a su lado. Sobre todo a Anto, por su cariño y apoyo desde el principio y hasta ahora, te debo mucho.

Al Laboratorio de Ecología Pesquera, por aceptarme en su laboratorio aunque no sea tiburonera. Gracias por su apoyo y por los bonitos momentos que pase a su lado.

Tabla de Contenido

	Página
Resumen español	iii
Resumen inglés	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Lista de figuras	vii
Lista de tablas	ix
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Interacción con pesquerías.....	3
1.3. Justificación.....	9
Capítulo 2. Objetivos	11
2.1. General.....	11
2.2. Particulares.....	11
Capítulo 3. Hipótesis	12
Capítulo 4. Metodología	13
4.1. Área de Estudio.....	13
4.2. Obtención de datos.....	13
4.3. Estimación del esfuerzo pesquero.....	16
4.3.1. Factores que influyen el esfuerzo pesquero.....	16
4.3.2. Estimación del esfuerzo pesquero para los días no muestreados.....	17
4.3.3. Estimación del esfuerzo pesquero total.....	23
4.3. Índices de mortalidad.....	23
Capítulo 5. Resultados	28
5.1. Estimación de esfuerzo pesquero.....	28
5.1.1. Factores que influyen el esfuerzo pesquero.....	28
5.1.2. Estimación del esfuerzo pesquero para los días no muestreados.....	32
5.2. Índices de mortalidad.....	41
Capítulo 6. Discusión	42
6.1. Dinámica de la pesquería de camarón.....	42
6.2. Estimación del esfuerzo pesquero.....	45
6.3. Índices de mortalidad.....	49
Capítulo 7. Conclusiones	52
Lista de referencias	53
Anexo 1	59
Anexo 2	60
Anexo 3	62

Lista de figuras

Figura	Página
1. Distribución de la vaquita en el Alto Golfo de California. El polígono rayado representa el Refugio de la vaquita	2
2. Capturas mensuales totales en toneladas de camarón por temporada para San Felipe y el Golfo de Santa Clara del 2006 al 2011.....	6
3. Promedio de capturas mensuales en toneladas de camarón para San Felipe y el Golfo de Santa Clara del 2006 al 2011.....	6
4. Puntos de observación: (A) indica el faro y (B) indica la marina FONATUR.....	14
5. Distribución del número de viajes observados y su comparación con la forma de una distribución binomial negativa.....	19
6. Izquierda: Porcentaje de viajes con una y dos redes aparentes a bordo. Derecha: Porcentaje de viajes con dos, tres y cuatro tripulantes.....	28
7. Distribución del número de viajes en San Felipe pescando del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 en relación a la amplitud de marea (m).....	29
8. Distribución del número de viajes en San Felipe pescando del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 en relación a la rapidez del viento (m/s)	30
9. Distribución del número de viajes en San Felipe pescando del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 en relación al día de la semana.....	31
10. Amplitud de mareas (arriba), esfuerzo pesquero observado (medio) y rapidez del viento (abajo) observado entre el 15 de septiembre y el 14 de diciembre de 2013.....	32
11. Gráficas de convergencia para los parámetros del modelo $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ y r	35
12. Distribuciones posteriores de los parámetros del modelo $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ y r	36
13. Distribuciones posteriores para los días con el menor y mayor número de viajes estimados para San Felipe (arriba) y para el Golfo de Santa Clara (abajo)	38
14. Esfuerzo pesquero observado y estimado para la temporada de camarón 2013-2014 de San Felipe. Los puntos negros representan el número de viajes observados y los puntos blancos representan el número de viajes estimadas	39

15. Esfuerzo pesquero estimado para la temporada de camarón 2013-2014 deLGolfo de Santa Clara. Los puntos negros representan el número de pangas estimadas.....	40
16. Distribución posterior del índice de mortalidad per cápita estimado.....	41
17. Relación entre el tamaño de la flota y el número de viajes de la flota ribereña del Alto Golfo.....	47

Lista de tablas

Tabla	Página
1. Tamaño de flota artesanal reportado en la literatura para las localidades de San Felipe (SF) y del Golfo de Santa Clara (SC).....	7
2. Información documentada	15
3. Estimación de la abundancia y el número de vaquitas capturadas de 1997 a 2008	25
4. Mediana y varianza estimada por medio del método de máxima verosimilitud para cada parámetro para cada modelo	33
5. Número de viajes observados y número de viajes estimados con cada uno de los cuatro modelos	34
6. Matriz de correlación para los parámetros del modelo después de la fase de optimización en ADMB	34
7. Coeficientes estimados y estandarizados para los parámetros del modelo β_0 , β_1 , β_2 , β_3 y r	37

Capítulo 1. Introducción

1.1. Generalidades

La vaquita (*Phocoena sinus*) es una marsopa pequeña endémica del Alto Golfo de California (Rojas-Bracho *et al.*, 2006). Se caracteriza por tener una gran mancha oscura alrededor de los ojos y unos parches oscuros en los labios. Pueden llegar a vivir 21 años, madurando sexualmente entre los 3 y los 6 años (Hohn *et al.*, 1996). Es una especie oportunista, se alimenta de 21 especies de peces bentónicos y demersales, así como de pequeños peces pelágicos, calamares y crustáceos (Findley *et al.*, 1995).

La distribución de la vaquita es la más limitada de todas las especies de cetáceos del mundo (Figura 1), ocupando únicamente las aguas del Alto Golfo de California (Brownell, 1986; Gerrodette *et al.*, 1995). Históricamente el mayor número de vaquitas se ha registrado principalmente en un área de aproximadamente 2,235 km², entre Rocas Consag y el Puerto de San Felipe, Baja California (Rojas-Bracho *et al.*, 2006). La vaquita marina se distingue de las otras especies de marsopas por su capacidad de adaptación, ya que puede tolerar las aguas cálidas del Alto Golfo y sus amplias fluctuaciones anuales de temperatura (Hohn *et al.*, 1996; Silber, 1991).

Actualmente la vaquita marina es el mamífero marino en mayor peligro de extinción (Barlow *et al.*, 2010). Para el año 2008, la abundancia de esta población se estimó en 245 individuos (95% C.I. 68–884, Gerrodette *et al.*, 2011), siendo la mortalidad incidental causada por redes agalleras el factor principal que tiene a la población de la vaquita en grave riesgo de extinción (D'Agrosa, 1995; Jaramillo-Legorreta *et al.*, 1999; Rojas-Bracho y Taylor, 1999; D'Agrosa *et al.*, 2000; Rojas-Bracho *et al.*, 2006; Rojas-Bracho y Reeves, 2013).

El estatus de *P.sinus* ha sido de interés internacional desde 1978, al incluirse en la Lista Roja de la IUCN (International Union of Conservation of Nature and Natural Resources) como especie vulnerable y más tarde en 1996 fue incluida como especie en peligro crítico (Rojas-Bracho *et al.*, 2008). En 1979 fue agregada al Apéndice I del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) y desde 1993 está protegida en México bajo la Norma Oficial

Mexicana NOM-012-PESC-1993 (D.O.F, 1994a) y en 1994 enlistada en la NOM-059-ECOL-1994 como especie endémica en peligro de extinción (D.O.F, 1994b). En 1993 se estableció la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (D.O.F., 1993a, Figura 1) y posteriormente se estableció el Área de Refugio para la Protección de la Vaquita (D.O.F., 2005, Figura 1).

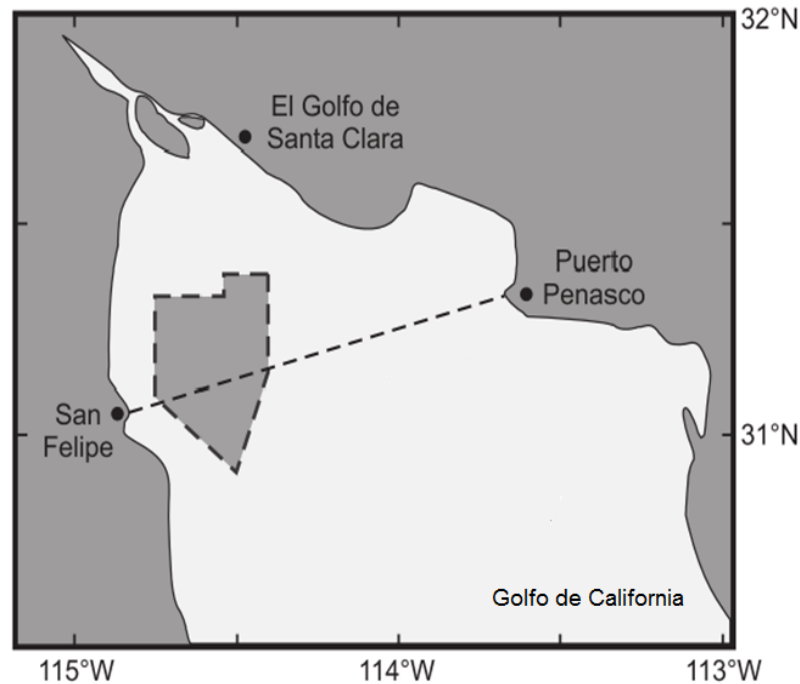


Figura 1. Distribución *Phocena sinus* en el Alto Golfo de California. El polígono rayado representa el Refugio de protección de la vaquita y la línea punteada representa el límite de la Reserva de la Biósfera del Alto Golfo y Delta del Río Colorado

En 1996 se creó el Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA), con un grupo de especialistas en el tema, tanto nacionales como extranjeros (Rojas-Bracho *et al.*, 2006; Jaramillo-Legorreta, 2008), cuyo objetivo fue redactar un plan de recuperación de la especie basado en la información científica disponible, tomando en cuenta los aspectos socio-económicos de la región (Rojas-Bracho y Jaramillo-Legorreta, 2002).

En 2008 se inició el Programa de Acción para la Recuperación de la Vaquita (PACE-Vaquita, SEMARNAT, 2008), el cual tiene como propósito “Ser un instrumento que propicie las sinergias requeridas para lograr la conservación y recuperación de la vaquita mediante acciones de corto, mediano y largo plazo, que garanticen la eliminación de la captura incidental de la especie en redes agalleras y de enmalle, la

aplicación de recursos para la reconversión y diversificación productiva, la investigación y desarrollo de nuevos métodos y artes de pesca, la ejecución de un programa permanente de inspección y vigilancia, así como los apoyos requeridos para lograr el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales de la región del Alto Golfo de California” (SEMARNAT, 2008). La eliminación la captura incidental tiene como objetivo principal permitir que la abundancia de la población de vaquitas tenga altas probabilidades de aumentar (Gerrodette y Rojas-Bracho, 2011).

1.2. Interacción con pesquerías

Las interacciones entre cetáceos y pesquerías han ocurrido desde hace ya varios siglos (DeMaster y Fowler, 2001). El crecimiento continuo de la población humana, la industrialización de las pesquerías y la demanda de alimento marino han ocasionado una extracción intensa y el agotamiento de varios recursos pesqueros (Read *et al.*, 2006), así como el incremento de la mortalidad incidental de diversas especies marinas incluyendo a los cetáceos. Los efectos negativos de la captura incidental de *P.sinus* se magnifican debido al actual tamaño de la población y su distribución limitada (Gerrodette y Rojas-Bracho, 2011). La recuperación de esta especie sólo es posible si se elimina este factor de riesgo (Rojas-Bracho y Taylor, 1999; D’Agrosa *et al.*, 2000; Rojas-Bracho y Jaramillo-Legorreta, 2002; Rojas-Bracho *et al.*, 2006; Barlow *et al.*, 2010).

El Golfo de California, es considerado una de las regiones más productivas del mundo debido a las condiciones climatológicas y oceanográficas (Zeitzschel, 1969; Álvarez-Borrego, 2012). El Golfo se caracteriza por tener estacionalidad definida: invierno y la de verano. Los sistemas de vientos predominantes en la época de invierno son secos con dirección noroeste (NW), mientras que durante la época de verano son húmedos con dirección del sureste (Álvarez-Borrego, 2012). El clima posee un amplio rango de temperaturas. La temperatura superficial de mar también posee una variación estacional marcada, donde las temperaturas más altas se encuentran en el Alto Golfo, con un clima seco y desértico. En el Alto Golfo, la alta productividad de la región provee una gran variedad de recursos pesqueros para las comunidades de Puerto Peñasco y Santa Clara en Sonora y San Felipe en Baja California, haciendo de la

pesca una de las actividades más importantes y la principal fuente de ingresos de la región (Rojas-Bracho *et al.*, 2006; Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008). Las pesquerías más importantes en el Alto Golfo son las de curvina (*Cynoscion othonopterus*), chano (*Micropogonias megalops*), sierra (*Scomberomorus sierra*), camarón azul (*Litopenaeus stylirostris*) y camarón café (*Farfantepenaeus californiensis*). Debido a su alto valor comercial y su alta demanda nacional e internacional, la pesca de camarón café y azul comprende la pesquería más importante y la base de la economía del puerto de San Felipe y la comunidad pesquera del Golfo de Santa Clara, cuyo crecimiento se atribuye principalmente al desarrollo de esta pesquería (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998; Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2010).

La pesquería de camarón comprende tanto la pesca industrial, utilizando barcos de arrastre (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998; Jaramillo-Legorreta, 2008), como la pesca artesanal o ribereña, la cual utiliza embarcaciones pequeñas llamadas pangas (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998; Rojas-Bracho *et al.*, 2006). Las pangas están fabricadas con fibra de vidrio, miden de 6.4 a 7.9 m de eslora y de 2.0 a 2.5 m de manga, y cuentan con motores fuera de borda que tienen una potencia que va desde los 50 a los 200 caballos de fuerza (Cisneros, 2001; CEDO, 2013).

El arte de pesca utilizado en San Felipe y el Golfo de Santa Clara para la pesca de camarón es el “Chinchorro de línea o camaronero”, cuyo uso se autorizó en el año 1993 conforme a la modificación de la NOM-002-PESC-1993 (D.O.F., 2003b). El chinchorro camaronero tiene 2.5 a 2.75 pulgadas de luz de malla, el cual es eficiente para aguas de fuertes corrientes como las del Alto Golfo de California (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998). Este arte de pesca está autorizado para medir hasta 200 m de largo, sin embargo, en el Alto Golfo un gran número de pescadores no respetan esa regla y puede llegar a medir hasta 2000 m. El chinchorro consiste en una relinga superior y una inferior los cuales unen los extremos de paños de red; en la relinga superior se colocan boyas y en la inferior plomos para mantener abierta la red, variando la forma de la malla, la altura de la red y la tensión (CEDO, 2013).

Dado que el chinchorro de línea trabaja a la deriva, su uso es eficiente bajo períodos de marea viva cuando los regímenes diarios de flujo y reflujo mareal provocan corrientes fuertes. Por ello los pescadores de San Felipe y el Golfo de Santa Clara pescan principalmente durante estos períodos (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998;

CEDO, 2013). Las mareas en la región son semi-diurnas mixtas, es decir, con dos mareas altas y dos mareas bajas cada día. Además, la amplitud de las mareas en el Alto Golfo representan una de las más grandes del mundo (Brusca, 2010). En un día de trabajo, los pescadores suelen realizar un solo viaje por panga, es decir, cada panga va y regresa en una ocasión durante el día comenzando la jornada al amanecer, permaneciendo alrededor de 12 horas pescando. El número de lances por día es variable y las horas que se deja al chinchorro trabajando en determinado lugar dependen de la corriente, entre más fuerte sea la corriente, menos tiempo se deja el chinchorro (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998; CEDO, 2013).

El establecimiento de comunidades pesqueras y el inicio de actividades de pesca en el Alto Golfo data de principios del siglo XX debido a la pesca de totoaba (Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008). La pesca de camarón comenzó en los años 1930, tomando auge en la década de los 70 debido a su alta disponibilidad y al aumento en el precio de venta, ocasionando también que la población dedicada a otras actividades comenzaran a pescar, aumentando así el esfuerzo pesquero de la región (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998). En los años 80 y 90 el esfuerzo pesquero artesanal aumentó debido a la baja productividad de camarón provocado por años de intensa actividad pesquera, lo cual ocasionó que algunos de los pescadores de barcos de arrastre optaran por la pesca ribereña (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998).

En el Alto Golfo la temporada de camarón abarca desde mediados de septiembre a mediados de marzo, siendo los meses de octubre y noviembre los meses con mayores capturas registradas según datos oficiales de arribo de CONAPESCA desde el año 2006 al 2012 para el Puerto de San Felipe y el Golfo de Santa Clara (Figura 2).

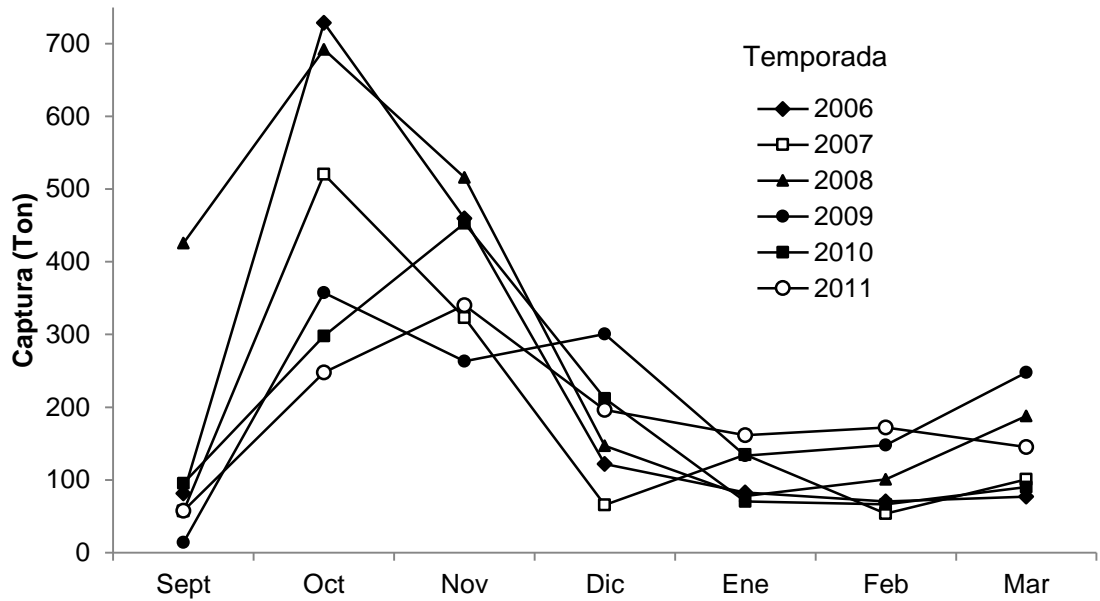


Figura 2. Capturas mensuales totales en toneladas de camarón por temporada para San Felipe y el Golfo de Santa Clara del 2006 al 2011 (CONAPESCA, 2013).

Del 2006 al 2012 el Golfo de Santa Clara registró en promedio 200 toneladas más de captura por mes que el Puerto de San Felipe; se capturaron aproximadamente 9 mil toneladas de camarón en el Puerto de San Felipe y el Golfo de Santa Clara en esos años, de las cuales el 77% (6,974 toneladas) fueron capturas de los meses de septiembre a diciembre (Figura 3).

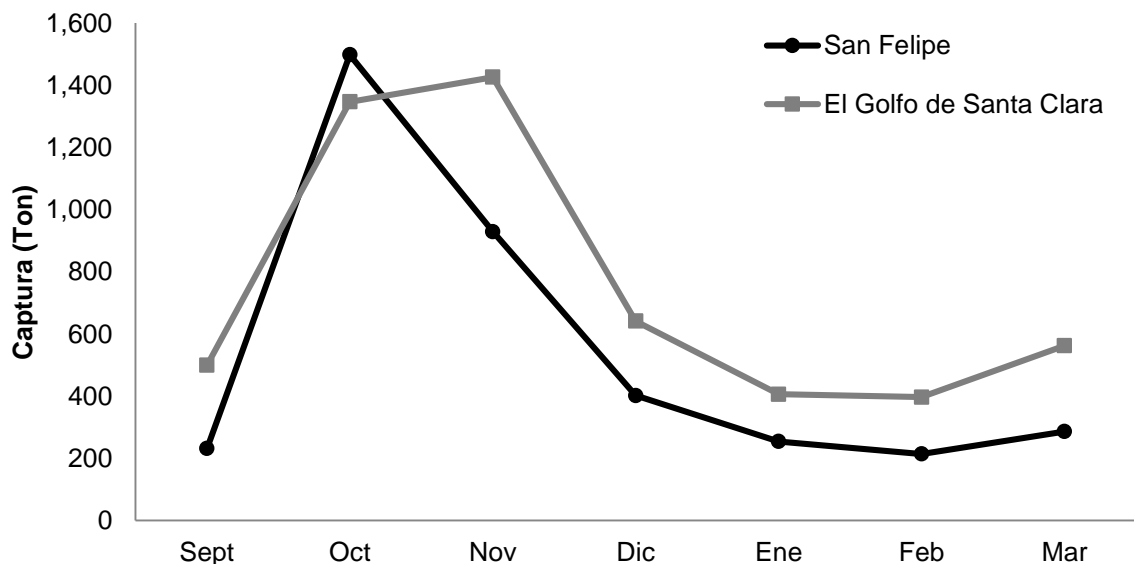


Figura 3. Promedio de capturas mensuales en toneladas de camarón para San Felipe y el Golfo de Santa Clara del 2006 al 2011 (CONAPESCA, 2013).

El alto valor económico de las capturas de camarón, el cual en 2013 se vendió en aproximadamente 200 pesos el kilogramo, así como la disponibilidad del recurso en la zona, ocasionan año con año un aumento en el número de embarcaciones artesanales en San Felipe y en el Golfo de Santa Clara (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998; Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008). La información disponible acerca del universo de pangas en el Alto Golfo a lo largo de los años es variable (Tabla 1). En los años 80 operaban alrededor de 400 pangas (Jaramillo-Legorreta, 2008). D'Agrosa *et al.* (2000) publicaron que entre 1994 y 1995 se contaron 250 pangas en el Golfo de Santa Clara y 250 pangas en San Felipe y, para 1995, se estimaron 485 pangas entre ambos poblados. Entre 1993 y 2008, la pesca estuvo desregulada y el número de embarcaciones que se agregaron a la flota estuvo pobremente registrado. Jaramillo (2008) estima 1000 pangas operando en el Alto Golfo del 2001 al 2007; esta información contrasta con la estimada por el Programa de Conservación y Manejo Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (SEMARNAT, 2007), el cual para 2007 estimaba 900 pangas trabajando en el Alto Golfo, dato que se aproxima al reportado por Gerrodette *et al.* (2011), el cual estima 837 pangas. Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra (2008) mencionan que entre San Felipe y el Golfo de Santa Clara existen 1,400 pangas trabajando, mientras que la Manifestación de Impacto Ambiental para la pesca ribereña Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado publica que para el 2003 operaban 300 pangas en San Felipe y para el 2006, 557 pangas en el Golfo de Santa Clara (CEDO,2013).

Tabla 1. Tamaño de la flota artesanal reportado en la literatura para las localidades de San Felipe (SF) y del Golfo de Santa Clara (SC).

Fuente	Año	Tamaño de la flota artesanal
Jaramillo-Legorreta, 2008	1980	400 (SF y SC)
D'Agrosa <i>et al.</i> ,1995,2000	1993	500 (SF y SC)
Manifestación de Impacto Ambiental, 2013	1995	485
Manifestación de Impacto Ambiental, 2013	2003	300 SF
Manifestación de Impacto Ambiental, 2013	2002	1,050 (SF y SC)
Manifestación de Impacto Ambiental, 2013	2006	557 SC
Programa de Conservación y Manejo, 2007	2007	900 (SF y SC)
Jaramillo-Legorreta, 2008	2007	1,000 (SF y SC)
Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008	2008	1,400 (SF y SC)
Manifestación de Impacto Ambiental, 2013	2013	908 (SF y SC)

El Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado (SEMARNAT, 2007) registra que específicamente para la pesquería de camarón se estima la presencia de 500 a 600 embarcaciones en El Golfo de Santa Clara y de 400 a 450 en San Felipe (SEMARNAT - CONANP, 2007). Registra también que para el Puerto de San Felipe y el Golfo de Santa Clara existen 570 permisos para la pesca de camarón, sin embargo, menciona que no todas las embarcaciones tienen permiso, señalando que alrededor del 50% de las embarcaciones pescan ilegalmente. Por otro lado, la Manifestación de Impacto Ambiental para la Reserva estima 425 permisos para la pesca de camarón en el Golfo de Santa Clara y 235 permisos para la pesca de camarón en el Puerto de San Felipe (CEDO, 2013).

La variabilidad de información respecto al tamaño de la flota se debe a que a lo largo de los años ha sido estimado, no cuantificado, por las diferentes agencias gubernamentales. El único dato crudo del número de pangas en el Alto Golfo lo realizaron D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000) y se contaron 235 pangas para el Golfo de Santa Clara. A partir de ese año, no ha habido un esfuerzo directo para cuantificar el tamaño de la flota artesanal. Esto se debe a que la pesca ribereña en el Alto Golfo está pobremente documentada y su manejo es complejo (Cudney-Bueno y Turk-Boyer, 1998). Las presiones socio-económicas en las pesquerías del Alto Golfo de California contribuyen a que el esfuerzo pesquero de la región persista bajo una base de regulaciones poco efectivas y una aplicación inadecuada de las leyes (Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2010) ocasionando también que la pesca ilegal continúe en áreas donde habita la vaquita (Barlow *et al.*, 2010).

La captura incidental de especies que interactúan con pesquerías es proporcional al esfuerzo pesquero (Lewison *et al.*, 2004). Por lo tanto, si las pesquerías del Alto Golfo aplican altos valores de esfuerzo pesquero, la mortalidad incidental de la vaquita se esperaría que aumentara. En 1993, D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000) realizaron el primer y único estudio donde se relacionó la mortalidad incidental con el esfuerzo pesquero. Monitorearon la pesca artesanal basada en el Golfo de Santa Clara, colocando observadores en pangas y llevando a cabo entrevistas con los pescadores locales, cuando regresaban de pescar. Se utilizó el número de viajes por día como la medida de esfuerzo pesquero y posteriormente se utilizó un modelo lineal generalizado (Dobson, 2002) para estimar el esfuerzo pesquero diario durante el

periodo de estudio. Para estimar la captura incidental de la vaquita se utilizó el valor del esfuerzo pesquero y el número de vaquitas capturadas por viaje por panga. La captura incidental de la flota ribereña de Santa Clara se estimó en 39 vaquitas por año (95% I.C. 14-93). Sin embargo, esta estimación no incluye los datos de las otras localidades pesqueras debido a la ausencia de información (D'Agrosa *et al.*, 2000). El valor de captura incidental de San Felipe, suponiendo que esta flota se comportaba de manera similar a la de Santa Clara, y dado que el número de pangas era muy parecido, se estimó en un valor igual y en un total de 78 vaquitas para el año de estudio (D'Agrosa *et al.*, 2000, Rojas-Bracho *et al.*, 2006). Dada la dinámica poblacional conocida de las marsopas y la abundancia estimada de la vaquita, se concluyó que estos valores son insustentables para la población (D'Agrosa, 1995; D'Agrosa *et al.*, 2000).

A partir del estudio de D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000), los datos de esfuerzo pesquero se han estado utilizando para determinar la abundancia y el estatus actual de la población de la vaquita (Jaramillo-Legorreta *et al.*, 2007; Jaramillo-Legorreta, 2008; Gerrodette y Rojas-Bracho, 2011). En estudios de mortalidad incidental, el esfuerzo pesquero es un parámetro que determina la magnitud de esta. Además, en estudios previos, la mortalidad incidental ha involucrado el tamaño de la flota como medida de esfuerzo pesquero, suponiendo que este valor es proporcional al número de viajes de pesca.

1.3. Justificación

A nivel mundial, la información acerca de la captura incidental de las pesquerías artesanales es limitada. La pesca artesanal es la que recibe la menor atención, por lo que muchas veces se desconocen los valores de la captura incidental, sobre todo la de especies en algún estado de protección, por lo que se necesita más investigación acerca de esfuerzo pesquero y captura incidental (Lewison *et al.*, 2004). Además, el número de pangas operando en el Alto Golfo es incierto; cualquier información disponible en la literatura refleja un aumento en el esfuerzo pesquero de las comunidades ribereñas del Alto Golfo desde los años ochenta.

Hay cierta incertidumbre en la descripción y cuantificación del esfuerzo en el estudio de D'Agrosa *et al.* (2000), debido a que la estimación del esfuerzo pesquero probablemente fue una subestimación debido a dos factores. Primero, se supuso que el tamaño de la flota de San Felipe era igual a la del Golfo de Santa Clara. Segundo, no se muestreó durante los meses más productivos de la pesquería de camarón, por lo que probablemente el modelo estimó menos pangas de las que realmente operaron ese año de septiembre a diciembre, cuando el esfuerzo pesquero debió haber sido mayor (CONAPESCA, 2013).

Además, la información de la pesquería de camarón en el estudio de D'Agrosa (1995) no es robusta ya que durante el periodo de estudio la pesca artesanal de camarón en el Alto Golfo se encontraba en un año anómalo, es decir, los datos de arribo de la pesquería artesanal de camarón indican que en el año 1993 la captura anual fue de 3,162 kilogramos, mientras que las capturas para los años posteriores (1994 a 1996) superó los cien mil kilogramos por año (Rojas-Bracho *et al.*, 2006). Entonces, probablemente durante el estudio, el esfuerzo pesquero pudo haber sido menor a años con mayores capturas y los resultados del estudio podrían no representar de manera correcta la pesquería.

Los datos del estudio de D'Agrosa *et al.* (2000) son, hasta ahora, el único punto de referencia que se tiene para insertar en los modelos de captura incidental, los estudios de predicción de mortalidad y abundancia se han basado en esta descripción. Sin embargo, estos modelos se han basado mayormente en el tamaño de flota más que en el número de viajes, por lo que la presente estimación del número de viajes representa información que no ha estado disponible en 20 años.

Es necesario actualizar la información sobre el esfuerzo pesquero del Alto Golfo con el fin de estimar la tendencia de la vaquita con el menor sesgo posible. El presente trabajo pretende estimar la tasa de captura de *P. sinus* por unidad de esfuerzo pesquero, con el fin de que futuras estimaciones de la tendencia poblacional de esta especie cuenten con este parámetro para robustecer los análisis de tendencia poblacional.

Capítulo 2. Objetivos

2.1. General

- Analizar el comportamiento diario de salida a la pesca de la flota ribereña de San Felipe, Baja California con el fin de estimar el esfuerzo pesquero total de la temporada de camarón en el Alto Golfo y su efecto en el índice de mortalidad de la vaquita (*Phocoena sinus*) utilizando información poblacional disponible.

2.2. Particulares

- Estimar el número total de viajes que realiza la flota artesanal durante la temporada de camarón.
- Estimar el número de viajes promedio por panga registrada durante la temporada de camarón.
- Estimar el índice de mortalidad per cápita de *P.sinus* con base en información de abundancia.
- Contrastar la estimación de salida diaria a la pesca con la estimación obtenida por D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000).

Capítulo 3. Hipótesis

- Los pescadores salen una vez por día por la mañana y regresan en la tarde, por lo que el número de salidas es una medida adecuada del esfuerzo pesquero.
- El esfuerzo pesquero se incrementó desde el trabajo de D'Agrosa (1995), dado el incremento reportado del tamaño de la flota.
- El tamaño de la flota es un buen estimador del esfuerzo pesquero anual.
- El número de viajes, representado como el esfuerzo pesquero es un parámetro que determina la magnitud de la captura incidental de *P.sinus*.

Capítulo 4. Metodología

4.1. Área de Estudio

San Felipe es un puerto de Baja California, México, que tiene alrededor de 16,700 habitantes (INEGI, 2013). Se encuentra a 200 km de la capital del estado, Mexicali, en la latitud $31^{\circ}01'41.19\text{N}$ y la longitud $114^{\circ}50'07.36\text{W}$ (Figura 1), al lado de las aguas del Alto Golfo de California. San Felipe se encuentra en la línea que delimita la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. El Golfo de Santa Clara es una comunidad pesquera de 4,000 habitantes (INEGI, 2013) ubicado en el estado de Sonora, que colinda con las aguas del Golfo de California, en la latitud $31^{\circ}41'12\text{N}$ y la longitud $114^{\circ}29'59\text{W}$ (Figura 1).

Para ambas poblaciones, la principal actividad y base de la economía es la pesca (Rojas-Bracho *et al.*, 2006; Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2010), debido a que el Golfo de California alberga una gran diversidad y productividad de recursos pesqueros.

4.2. Obtención de datos

La pesquería de camarón inició oficialmente el 15 de septiembre de 2013 (D.O.F., 2013). Las actividades pesqueras de la flota ribereña de San Felipe se monitorearon del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013, lo cual incluye los tres meses más productivos de las temporadas anuales de pesca de camarón (CONAPESCA, 2013). Debido a la falta de disponibilidad para muestrear durante toda la temporada de camarón, fue necesario confeccionar un modelo que estimara el número de viajes para los días no muestreados.

Se realizó una prueba piloto el día del inicio de la temporada pesquera, para estimar la hora de inicio de actividades. Se utilizó el muelle de la Marina FONATUR de San Felipe como punto de observación para el muestreo matutino. Durante la madrugada del 15 de septiembre se colocó una grabadora sobre la embarcación KOIPAI, anclada cercanamente a la rampa de donde salen las pangas y permitió grabar el ruido emitido por los motores de estas cuando estas salían de la marina.

Esta grabación nos permitió identificar la hora a la cual se iniciaba la jornada de trabajo, la cual comienza alrededor de las 5:00 horas (A. Jaramillo, com. pers.¹).

La información sobre el esfuerzo pesquero se colectó diariamente mediante observaciones utilizando binoculares (20x50). Para monitorear las embarcaciones que salían por la mañana a pescar se utilizó como lugar de muestreo la Marina FONATUR (Figura 4), dentro de la rada portuaria de San Felipe. Utilizando segmentos de media hora, se documentó el número de viajes que salían de la marina de las 5:00 horas a las 7:30 horas aproximadamente.

Para el monitoreo de las embarcaciones que regresaban de pescar por la tarde, se utilizó como punto de observación el faro de San Felipe (Figura 4), el cual está a 20 metros sobre el nivel del mar. Se utilizaron unos binoculares “Big Eye” (20x120) como instrumento de observación. Con el uso del faro, se pudo observar la llegada de las pangas de una fracción más representativa de la flota de San Felipe, ya que desde ese punto además de observar las pangas que llegan a la marina también se pueden observar aquellas que llegan a la playa (Figura 4). El muestreo comenzaba a partir de las 16:00 horas y terminaba alrededor de las 19:00 horas. De la misma manera, la información a documentar fue el número de pangas que regresaban de su jornada de pesca.

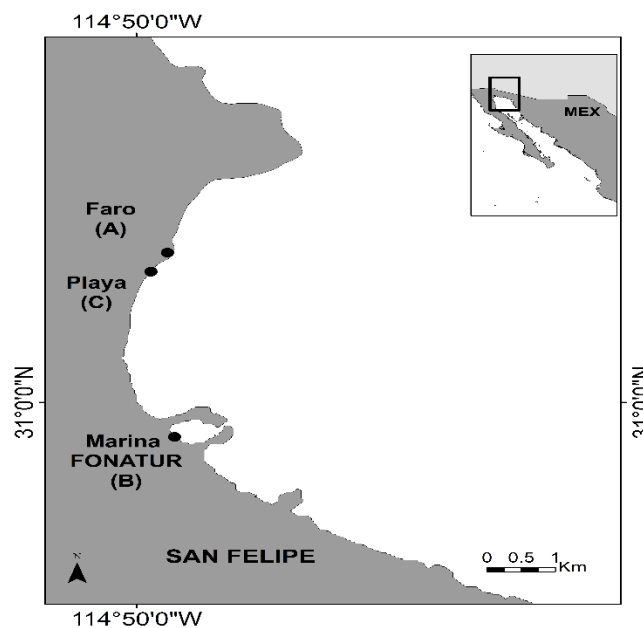


Figura 4. Puntos de observación: (A) indica el faro y (B) indica la marina de FONATUR y (C) indica la salida de las pangas en la playa.

¹ Armando M. Jaramillo Legorreta. Coordinación de Investigación y de Conservación de Mamíferos Marinos Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático – SEMARNAT. ajaramil@cicese.mx

Además del número de pangas que salían por la mañana a pescar, se registró la información que permitió describir la dinámica de la flota artesanal de San Felipe y entender algunos aspectos de la forma en cómo se comporta la flota (Tabla 2).

Tabla 2. Información documentada.

Hora	Utilizando segmentos de media hora se agruparon los datos.
Acción (A)	Indica si la panga está saliendo o entrando a la marina o a la playa, se colocó "I" para la ida y "V" para la vuelta.
Número de tripulantes (T)	Se anotó la cantidad aparente de tripulantes sobre la panga.
Número de redes (R)	Para determinar este criterio se tomó como referencia el número de banderas visibles dentro de la panga. Cada red se compone de dos banderas atadas a unas boyas; entonces por cada dos banderas visibles se anotó una red.
Tamaño aparente del motor (M)	Se anotó "G" para motores mayores a 100 hp y "C" para motores menores a 100 hp. Si se alcanzó visualizar la marca del equipo y el número de caballos de fuerza se anotó en el apartado de "Observaciones". Frecuentemente los motores se encontraban tapados por un paño, en estos casos, no se llegó distinguir el número de caballos de fuerza y/o la marca, también la forma de los motores debido a las diferentes marcas dificultaron la identificación de las características de los motores.
Dirección (D)	Se anotó la posible dirección que las pangas tomaron a su salida; "N" para el norte, "E" para el este y "S" para el sur.
Punto de salida y/o llegada (P)	Se anotó "M" para aquellas pangas que salieron y/o llegaron a la marina y "P" para aquellas que salieron o llegaron a la playa.
Observaciones	Cuando se alcanzó visualizar, se anotó el nombre de las embarcaciones, si las pangas eran de la pesquería de sierra, caracterizadas debido a que las redes se abultan en la proa de la panga y no llevan banderas o si realizaban actividades de buceo, cuando se visualizaban compresores sobre la panga.

Con la misma metodología que para San Felipe, del 17 al 21 de octubre de 2013 se monitoreó la actividad pesquera del Golfo de Santa Clara. Se colocó un observador en cada uno de los tres puntos de salida y entrada de pangas y se documentó el número de embarcaciones que salían por la mañana a pescar y el número de embarcaciones que regresaban por la tarde, así como información adicional que ayudó a discutir y entender la dinámica de la flota de Santa Clara.

4.3. Estimación del esfuerzo pesquero

Para la estimación del esfuerzo pesquero, se supuso que cada panga de la flota artesanal de San Felipe realiza un solo viaje por día (D'Agrosa, 1995), por lo que se seleccionó el número de viajes que salen a pescar por la mañana como medida de esfuerzo pesquero, considerando que un día de una panga es igual a un viaje. Para los días en los que se realizó esfuerzo de monitoreo, el número de viajes se tomó directamente de los conteos de pangas realizados por la mañana y por la tarde, tomando el número máximo de pangas registradas ese día, obteniendo así el número de viajes totales para los días muestreados en San Felipe.

4.3.1. Factores que influyen el esfuerzo pesquero

Debido a que el número de pangas que salen a pescar no es constante, para estimar el número de viajes para los días no muestreados se identificaron los factores que pudieran afectar la cantidad de pangas saliendo a pescar en un día dado. Los factores que afectan la salida de las pangas son:

- Amplitud de marea: Los pescadores de la flota ribereña no suelen salir a pescar si la diferencia entre el valor de marea alta y el de marea baja de cada día es pequeño (< 2 m, D'Agrosa *et al.*, 2000), es decir, cuando hay marea muerta. Esta condición ocasiona que no haya corriente y las redes no se muevan lo suficiente. Como medida de amplitud de marea se utilizó la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de marea de cada día del periodo de estudio utilizando las bases de datos de predicciones de marea desarrollado por el laboratorio del nivel del mar del Centro de Investigación Científicas y de Educación Superior de Ensenada (Anexo 1, CICESE, <http://redmar.cicese.mx>).
- Rapidez del viento: Los pescadores artesanales no acostumbran salir a pescar si las condiciones de viento al amanecer dificultan la maniobra de navegación y de pesca. Se promedió la rapidez del viento de las 4 a las 9 horas de cada mañana y se utilizó este valor como medida de rapidez del viento para cada día del periodo de estudio. Los datos de rapidez de viento fueron obtenidos de la

base de datos de la Estación Sinóptica Meteorológica (ESIME) del observatorio de San Felipe, B.C. proporcionada por el Sistema Meteorológico Nacional.

- Día de la semana: La salida de las pangas de la flota artesanal de San Felipe y su relación con el día de la semana puede llegar a ser impredecible. Por ejemplo, los lunes salen más pangas debido a que es inicio de semana y los domingos salen poco ya que es día de descanso, o si en un día se captura poco se descansa al siguiente día y viceversa, si hubo alta captura en un día dado, se sale al día siguiente. También es importante considerar que en días festivos los pescadores no suelen salir a pescar (D'Agrosa, 1995).
- Fecha/transcurso del tiempo: Las capturas de camarón son mayores durante los primeros tres meses de la temporada, a medida que avanza la temporada, las capturas disminuyen, suponiendo que el esfuerzo disminuya con el tiempo.
- Poblado: Desde la planificación del muestreo se decidió no monitorear las actividades pesqueras del Golfo de Santa Clara debido a que no se tenía la capacidad para muestrear en esa localidad durante todo el periodo de muestreo. Sin embargo, se dedicaron cinco días en el mes de octubre para cuantificar la salida de las pangas en este poblado. De esta manera, se considera el poblado como variable del modelo debido a que no se contó con la cantidad de datos necesarios para ajustar el modelo con datos observados.

4.3.2. Estimación del esfuerzo pesquero para los días no muestreados

Para estimar el número de viajes (λ) para los días no observados, se modeló la relación entre el número de viajes en un día dado y los factores de amplitud de marea, rapidez del viento, día de la semana, poblado y fecha utilizando el enfoque de Modelos Lineales Generalizados. Estos modelos permiten analizar una serie de datos que no necesariamente tienen una distribución normal y que, además, pueden no tener una relación lineal con los factores involucrados (Bolker, 2007a).

La información acerca del número de viajes se obtuvo por medio de conteos. Para realizar el análisis, este tipo de información necesita tener una distribución para datos en el dominio de números enteros positivos. La distribución más utilizada para este tipo de datos es la distribución Poisson. Sin embargo, en esta distribución la varianza es igual a la media, entonces, dada la sobre-dispersión que resultó acerca del número de viajes en el presente trabajo se requirió utilizar una distribución que tome en cuenta la sobre-dispersión, por lo que se utilizó la distribución binomial negativa (Ver Hoef y Boveng, 2007; Linden y Mantyniemi, 2011). De esta manera, se supone una distribución binomial negativa para el número de viajes que salen por día (Figura 5); para poder ajustar la relación no lineal, el modelo ajusta los datos utilizando una función enlace, la cual en este caso involucra valores discretos y positivos. Esta función supone que la variable dependiente, en este caso, del número medio de viajes (λ) resulta en una función exponencial con las variables independientes, es decir, de una constante global, de la amplitud de marea (X_1), la rapidez del viento (X_2), el día de la semana (X_3), el poblado (X_4) y la fecha transcurrida (X_5). La información del día de la semana se agrupó en dos categorías, (X_{31}) para los días lunes y martes y (X_{32}) para el resto de los días de la semana. La ecuación de la función de enlace resultante es:

$$\lambda = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{31} X_{31} + \beta_{32} X_{32} + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5} \quad (1)$$

Donde X_1 , X_2 , X_4 y X_5 representan los efectos por amplitud de marea, rapidez del viento, poblado y fecha transcurrida, respectivamente, X_{31} para la categoría de lunes y martes, X_{32} para el resto de los días y $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{31}, \beta_{32}, \beta_4$ y β_5 son los coeficientes a estimar.

Los parámetros de la curva para la distribución binomial negativa (Figura 5) se estimaron utilizando la parametrización de la distribución Poisson de manera que se contara con la sobre dispersión de los datos y poder graficar una distribución binomial negativa.

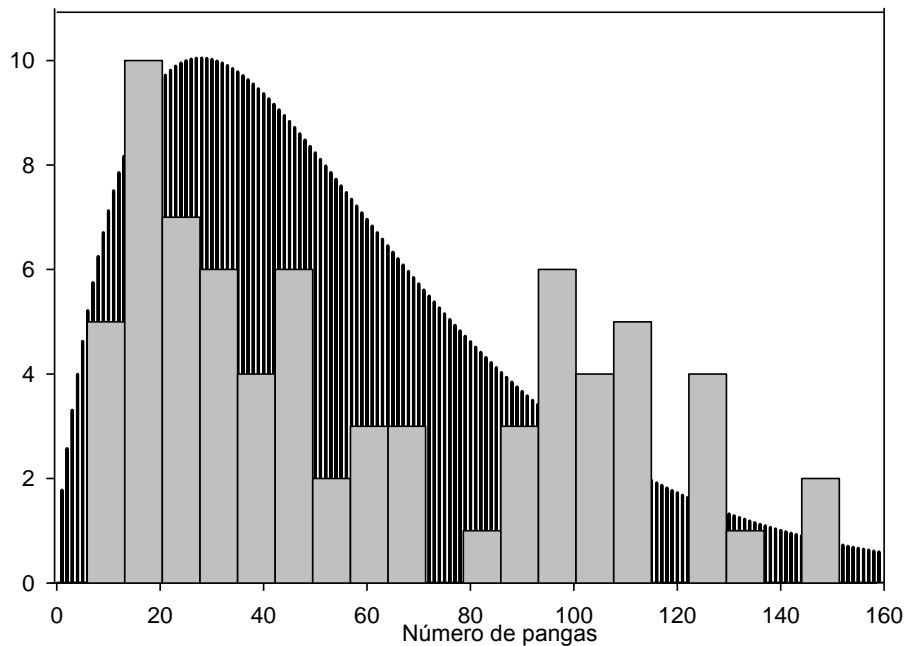


Figura 5. Distribución del número de viajes observados (histogramas) y su comparación con una distribución binomial negativa (líneas negras).

Con el método de estimación de máxima verosimilitud (implementada en el paquete ADMB, Fournier *et al.*, 2012) se corrieron cuatro modelos con una combinación de factores diferentes cada uno para seleccionar aquel que describiera mejor el esfuerzo pesquero observado y se pudiera observar la correlación entre los parámetros y la descripción de la varianza entre ellos.

Una vez seleccionado el modelo que describiera mejor el esfuerzo pesquero observado se estimaron los coeficientes de los parámetros del modelo utilizando un análisis bayesiano. Este análisis se caracteriza por hacer inferencias a partir de información previa usando modelos de probabilidad (Gelman *et al.*, 2004), estima la probabilidad de un evento dada la información disponible. En el análisis bayesiano, los resultados y conclusiones estadísticos acerca de los parámetros estimados se dan en términos de probabilidades o distribuciones de probabilidad de los parámetros en sí (Gelman *et al.*, 2004).

La información previa se representa en forma de distribuciones de probabilidad y las distribuciones de probabilidad posteriores son aquellas que se obtienen para los valores de los parámetros a estimar (Gelman *et al.*, 2004). De esta manera, para estimar los parámetros de los factores que influyen en el número de viajes, se calculó la distribución posterior de los parámetros del modelo.

El proceso de análisis consiste en calcular la distribución posterior condicionando la distribución probabilística de la información disponible (Gelman *et al.*, 2004). Para calcular la distribución posterior de los parámetros se utiliza la propiedad de probabilidad condicional conocida como el Teorema de Bayes, la cual calcula la distribución posterior de los parámetros (Θ) por medio de la integral de la distribución posterior conjunta (Gelman *et al.*, 2004, Bolker, 2007a):

$$p(\theta|y) = \frac{p(\theta) \cdot p(y|\theta)}{\int p(\theta) \cdot p(y|\theta)} \quad (2)$$

Donde $p(\theta|y)$ es la distribución posterior de los parámetros dados los datos y , $p(\theta)$ es la distribución previa de los parámetros, la cual resume o agrupa en términos probabilísticos la información previa respecto al problema en cuanto a los parámetros del modelo y $p(y|\theta)$ es la verosimilitud, es decir, la probabilidad de obtener los datos observados a partir de los parámetros estimados. La integral en el denominador es finalmente lo que calcula la distribución posterior de los parámetros, ya que representa la probabilidad completa del conjunto de información previa de los parámetros y la confrontación del modelo con la información disponible (Gelman *et al.*, 2004). El Teorema de Bayes combina la función de verosimilitud con una distribución de probabilidad previa para determinar una distribución de probabilidad posterior (Gelman *et al.*, 2004; Bolker, 2007b). Por último, se debe evaluar el ajuste del modelo y las implicaciones de la distribución posterior obtenida.

Distribuciones previas

Como se mencionó anteriormente, la única información disponible acerca de esfuerzo pesquero en el Alto Golfo fue realizado por D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000). Sin embargo, la estructura del modelo utilizado es distinto al mostrado en este trabajo, por lo que el valor de sus parámetros no pueden ser aplicados en el presente modelo. De esta manera, no se contó con información acerca de la distribución previa de los parámetros del modelo. Se supuso que la distribución previa para este modelo es uniforme no informativa con valores iniciales de cero. Una distribución uniforme se refiere al uso de un límite inferior y superior para definir un intervalo dentro del cual cualquier valor tuvo la misma probabilidad de ocurrir. Se dice que cuando una distribución no es informativa, las inferencias a los datos no son afectados por

información externa, lo cual resulta en que los datos hablen por sí mismos (Gelman *et al.*, 2004).

Verosimilitud

Se supone una distribución binomial negativa para el número de viajes por día. Esta distribución es utilizada en ecología para conteos discretos y cuando los datos tienden a la sobre-dispersión, es decir, cuando la varianza es mayor que la media (Ver Hoef y Boveng, 2007). La parametrización de la verosimilitud es distinta a la de una distribución Poisson debido a que ésta no toma en cuenta la sobre-dispersión. De esta manera, la función parametrizada de verosimilitud para una distribución binomial negativa es:

$$L(y|\lambda, r) = \ln \left[\frac{\Gamma(y+r)}{\Gamma(y+1)\Gamma(r)} \left(\frac{r}{\lambda+r}\right)^y \left(\frac{\lambda}{\lambda+r}\right)^y \right] \quad (3)$$

Donde y es el número de viajes observados, λ es el número de viajes estimados, r es el parámetro de dispersión a estimar y Γ es la función gamma (Lord y Park, 2005).

Distribuciones posteriores

Para estimar la distribución posterior se utilizó el método de simulación de Cadena de Markov de Monte Carlo (MCMC) con el algoritmo Hastings-Metropolis; este método de simulación forma un recorrido aleatorio tomando muestras de la distribución posterior (Gelman *et al.*, 2004).

El paquete de optimización AD Model Builder (Fournier *et al.*, 2012) se utilizó para ensamblar el modelo, realizar las simulaciones y la estimación de los parámetros. Este programa primero evalúa la función objetivo, en este caso la máxima verosimilitud para estimar los valores iniciales de los parámetros. Estos resultan del proceso de optimización al evaluar la matriz hessiana para aproximarse a la moda de la distribución posterior (Fournier *et al.*, 2012). Además, una vez finalizado el proceso de optimización, es posible visualizar la matriz de correlación para evaluar el grado de correlación de los parámetros entre sí. Esto permite decidir sobre la validez de la estructura del modelo o los parámetros incluidos. Una vez estimados los valores

iniciales para los parámetros, se inicia la cadena MCMC para las distribuciones posteriores (Fournier *et al.*, 2012).

La cadena MCMC eventualmente describe la distribución posterior. Sin embargo, para que esto suceda, se deben correr un número suficiente de simulaciones para llegar a la convergencia, es decir, a un estado “en equilibrio” en que la cadena representa sin sesgo las tendencias centrales y de dispersión de las distribuciones posteriores. Se analizó la convergencia a través del comportamiento gráfico del recorrido de la cadena MCMC optimizado por el programa ADMB. Conforme se agregan más simulaciones, se supone que se ha llegado a describir con precisión la distribución posterior (Jaramillo-Legorreta, 2008). La cadena fue corrida 500,000 veces hasta que estos criterios se cumplieron para todos los parámetros. El valor de la mediana de cada distribución posterior representó nuestro valor puntual para cada coeficiente estimado. Se graficó la convergencia de cada parámetro para visualizar la estabilización de la cadena después de 500,000 simulaciones, así como la distribución posterior de cada coeficiente de cada parámetro. Se dice que se alcanzó la convergencia cuando a desviación estándar y el promedio de cada parámetro se estabilizan durante el recorrido de la cadena MCMC.

Posteriormente, se incluyeron en el modelo los valores puntuales de los coeficientes de los parámetros, en este caso la mediana, ya que es el mejor indicador de tendencia central para estimar el número de viajes para los días no muestreados así como el número de viajes del resto de la temporada (de diciembre a marzo), es decir, después del periodo de muestreo y hasta el fin de la temporada de pesca de camarón en San Felipe y el Golfo de Santa Clara.

Se obtuvo la distribución posterior, el promedio y el intervalo de credibilidad de cada día no muestreado durante la temporada de camarón. La mediana de la distribución posterior de cada día no muestreado representó el valor puntual del número de viajes cada día, posteriormente se calculó el número total de viajes para todos los días no muestreados. Se graficaron las distribuciones posteriores para los días con menor y mayor esfuerzo para cada localidad para ejemplificar el comportamiento de las distribuciones para los días no muestreados.

4.3.3. Estimación del esfuerzo pesquero total

El esfuerzo pesquero total para el Alto Golfo (ET), representado como número total de viajes para la temporada de pesca de camarón resultó de sumar el número total de viajes muestreados en San Felipe, el número de viajes estimados para los días no muestreados en San Felipe, el número total de viajes muestreados para Santa Clara y una estimación del esfuerzo pesquero del Golfo de Santa Clara para el periodo de estudio:

$$ET = VSF_{obs} + VSF_{est} + VSC_{obs} + VSC_{est} \quad (4)$$

Donde VSF_{obs} es el número de viajes observados en San Felipe, VSF_{est} es el número de viajes estimados para los días no observados en San Felipe, VSC_{obs} es el número de viajes observados en el Golfo de Santa Clara y VSC_{est} es el número de viajes estimados para el Golfo de Santa Clara.

4.3. Índices de mortalidad

La primera descripción científica de la vaquita fue publicada en 1958 (Norris y McFarland, 1958) y no fue hasta los años noventa que se publicaron los primeros estudios de avistamientos y abundancia (Silber, 1990; Barlow *et al.*, 1993; Barlow y Gerrodette, 1997). Actualmente, existen en la literatura únicamente dos estimaciones de abundancia basadas en cruceros diseñados para estimar el estatus de *P.sinus*. En el crucero de 1997 se estimaron 567 individuos (97% C.I. 177-1,073, Jaramillo-Legorreta *et al.*, 1999) y en el de 2008 se estimaron 245 vaquitas (95% C.I. 68–884, Gerrodette *et al.*, 2011). El modelo de estimación de abundancia de la vaquita inicia al principio de la temporada de camarón de un año determinado y finaliza al año siguiente al final de la temporada de pesca de escama, en junio. Suponiendo que la mortalidad y el esfuerzo pesquero en este periodo se comportó de manera similar, de acuerdo a la siguiente ecuación se observa que la población de vaquita disminuyó un 7.36% anual a lo largo de los once años (1997-2008).

$$Dt = 1 - \left(\frac{N_{2008}}{N_{1997}} \right)^{1/11} \quad (5)$$

Donde Dt es la tasa de decremento anual promedio en el periodo, N_{2008} es la abundancia para el 2008 y N_{1997} es la abundancia para 1997.

A partir de esta tasa de cambio anual, utilizando la siguiente ecuación, es posible calcular las abundancias de la población de *P.sinus* para cada año de 1997 a 2008. También es posible estimar las abundancias a partir de 2008, si se supone que la tasa de decremento anual se comportó de la misma manera.

$$N_{t+1} = N_t (1 - Dt) \quad (6)$$

Donde N_{t+1} es la abundancia a estimar, N_t es la abundancia estimada en un año determinado y D_t es la tasa de decremento anual promedio (7.36%).

Incluso, para poder comparar el presente estudio con el realizado por D'Agrosa *et al.* (2000) es posible estimar la abundancia para los años anteriores a 1997, si se supone que la tasa de decremento se comportó de la misma manera.

$$N_{t-1} = \frac{N_t}{(1-Dt)} \quad (7)$$

Donde N_{t-1} es la abundancia a estimar, N_t es la abundancia estimada en un año determinado y D_t es la tasa de decremento anual promedio (7.36%).

En la última reunión del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA, 2014) en julio de 2014, se estimó que para 2014, la abundancia de la población de *P.sinus* consiste en 97 individuos. Utilizando este dato se estimaron empíricamente las tasas de decremento anual para el periodo de 2008 a 2014 y posteriormente se estimó la abundancia para cada año de tal manera que las abundancias resultantes se ajustaran a la estimación de abundancia reportada por el CIRVA para 2014. Por lo tanto, la Tabla 3 muestra la estimación de abundancias de la población de vaquita de 1992 a 2014.

Entonces, con base en el siguiente modelo poblacional

$$Vc = N_t + \left[N_t * r \left(1 - \frac{N_t}{K} \right) \right] - N_{t+1} \quad (8)$$

Donde N_t es la abundancia estimada en un año determinado, N_{t+1} es la abundancia estimada el año siguiente, K es la capacidad de carga estimada de 5,015 (Jaramillo-Legorreta, 2008) y r la tasa intrínseca de crecimiento estimada de 0.038 (Jaramillo-Legorreta, 2008; Gerrodette *et al.*, 2011), es posible calcular el número de vaquitas que debieron haber sido capturadas en cada uno de los once años (Vc, Tabla 3).

Tabla 3. Estimación de abundancia y número de vaquitas capturadas de 1992 a 2014.

Año	Abundancia	Vaquitas capturadas
1992	830	87
1993	769	81
1994	713	76
1995	660	70
1996	612	65
1997	567	61
1998	525	56
1999	487	52
2000	451	49
2001	418	45
2002	387	42
2003	359	39
2004	332	36
2005	308	34
2006	285	31
2007	264	29
2008	245	27
2009	227	25
2010	210	39
2011	179	40
2012	146	32
2013	119	26
2014	97	

La estimación de los índices de mortalidad se realizó con un análisis bayesiano, donde se utilizaron los datos de la distribución posterior del número de viajes estimados en el presente trabajo. La mediana de la distribución posterior representó el valor puntual de cada índice.

Índice de mortalidad instantáneo

Se supone que un año de estimación de abundancia comienza con el inicio de la temporada de camarón, es decir, en ese momento empezaría el ciclo de mortalidad de la vaquita, de manera que de junio a mediados de septiembre el esfuerzo pesquero es reducido debido a la veda de las pesquerías y la baja disponibilidad de recursos, y

la probabilidad de capturar *P.sinus* es baja y posible de despreciar. Se supone también que la tasa de mortalidad es homogénea a lo largo de los 9 meses muestreados. El modelo empleado en el presente trabajo estima el número de viajes para toda la temporada de camarón, la cual termina a mediados de marzo, por lo que los datos de estimación de viajes y por lo tanto, los cálculos de captura de vaquitas cubren dos tercios de la época del año en que se capturan *P.sinus*.

Para calcular el índice de mortalidad instantáneo para el periodo de estudio se supone que tanto la pesquería como la dinámica de la población de la vaquita se ha comportado de la misma manera desde las estimaciones de 1997 y 2008. Entonces, el índice de mortalidad instantáneo para el periodo 2013-2014 se calculó con la siguiente ecuación:

$$M_i = \frac{V_c}{ET*(3/2)} \quad (7)$$

Donde M_i es el índice de mortalidad instantáneo, V_c es el número de vaquitas que debieron haber sido capturadas en el periodo 2013-2014 (Tabla 3) y ET es el esfuerzo pesquero total estimado, el cual es multiplicado por 3/2 debido a que los datos del modelo representan sólo nueve meses del año (2/3 de la temporada de pesca) y suponiendo que de marzo a junio se realizan el mismo número de viajes que en el resto de la temporada.

Índice de mortalidad *per capita*

Debido a que el índice de mortalidad por viaje únicamente puede ser estimado para el periodo en que se muestreó el número de viajes, 2013-2014, es necesario estimar el índice de mortalidad *per capita* para poder utilizarlo en estimaciones de mortalidad y abundancia de otros años. El índice de mortalidad *per capita* se calculó con la siguiente ecuación:

$$M_c = \frac{M_i}{V_{2013}} \quad (8)$$

Donde M_c es el índice de mortalidad *per capita*, M_i es el índice instantáneo y V_{2013} representa la abundancia de vaquitas estimadas para el año 2013.

D'Agrosa *et al.* (2000) estimaron un índice de mortalidad de 0.0099 vaquitas/viaje para 1993. Este valor sólo puede ser utilizado para estimaciones referentes a ese año. Entonces, con el propósito de comparar ese valor con el obtenido en el presente estudio, el índice instantáneo reportado por D'Agrosa *et al.* (2000) debe ser convertido a índice de mortalidad *per capita*. Si se divide el índice de mortalidad instantáneo de 1993 (0.0099 vaquitas/viaje) entre la abundancia estimada para el mismo año se obtiene el índice de mortalidad *per capita* (I_c)

$$I_c = \frac{I_{1993}}{V_{1993}} \quad (9)$$

Donde I_{1993} representa el índice de mortalidad instantáneo para 1993 y V_{1993} representa la abundancia estimada para ese año.

Capítulo 5. Resultados

5.1. Estimación de esfuerzo pesquero

Las actividades pesqueras de la flota ribereña de San Felipe fueron monitoreadas del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013. Se observaron 4,079 viajes realizados por la flota ribereña camaronera en 72 días de observación. En el Golfo de Santa Clara se monitorearon las actividades de la pesca ribereña del 17 al 21 de octubre de 2013 y se observaron 1,426 viajes realizados por la flota camaronera en 5 días de observación.

De 4,087 viajes observados en San Felipe, la mayoría llevaba una sola red a bordo (96%, $n = 3,934$) y el resto (4%, $n = 153$) mostró dos redes (Figura 6). De 4,245 viajes observados, el 50% ($n = 2,114$) llevaba 2 tripulantes, el 45% ($n = 1,918$) llevaba 3 tripulantes y el 4% ($n = 185$) llevaba 4 tripulantes (Figura 6).

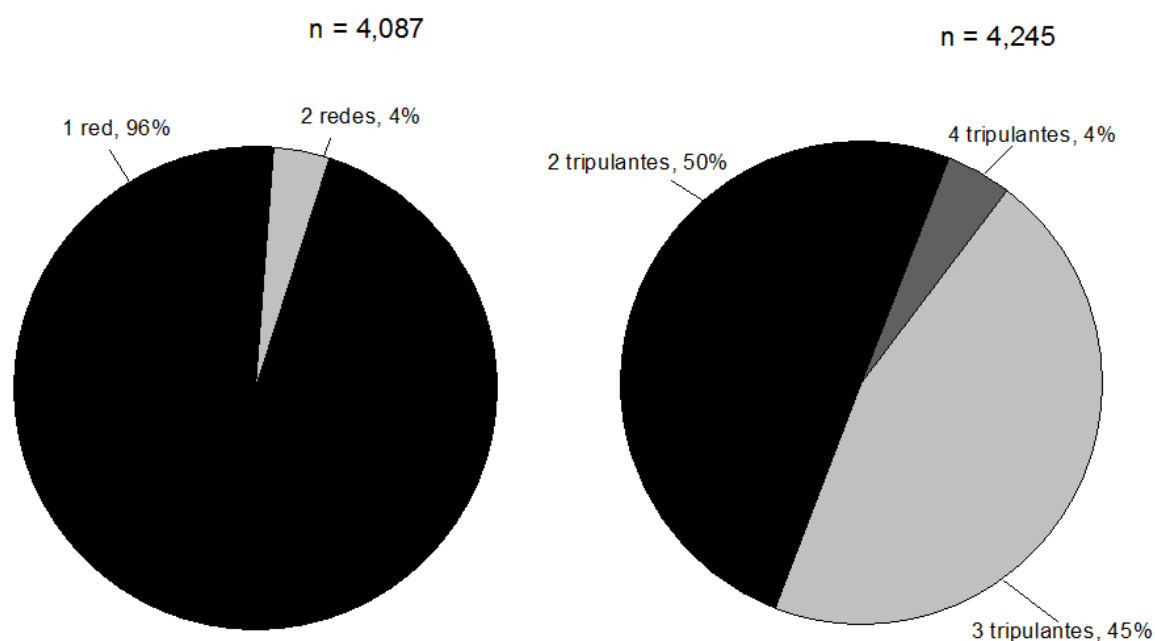


Figura 6. Izquierda: Porcentaje de viajes con una y dos redes aparentes. Derecha: Porcentaje de viajes con dos, tres y cuatro tripulantes aparentes a bordo.

5.1.1. Factores que influyen el esfuerzo pesquero

Amplitud de marea: La figura 7 muestra el número de viajes en relación a cada amplitud de marea. A medida que la amplitud de marea se incrementó, mayor fue el

número de viajes que se observaron. De 4,079 viajes observados, el número de viajes saliendo con una amplitud de marea entre 2 y 3 metros fue la que tuvo el menor número, con una mediana de 18 viajes. La mediana del número de viajes saliendo a pescar con una amplitud de marea entre 1 y 2 metros y entre 3 y 4 metros fue de 30 viajes respectivamente. La mediana del número de viajes saliendo con una amplitud de marea entre 4 y 5 metros fue de 54 viajes y la mediana del número de viajes saliendo con una amplitud mayor a los 5 metros fue de 90 viajes (Figura 7).

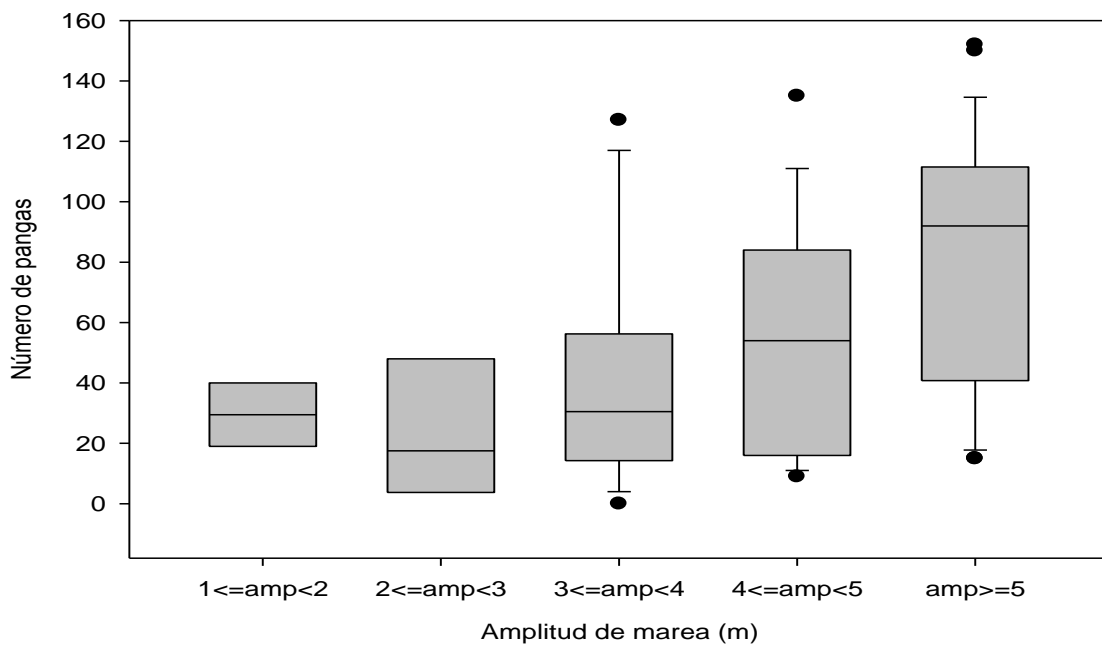


Figura 7. Distribución del número de viajes realizados en San Felipe del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 en relación a la amplitud de marea (m). Las líneas horizontales dentro de las cajas representan la mediana y los valores dentro de las cajas muestran el 50% de los datos; los puntos negros representan valores extremos y las líneas horizontales conectadas por líneas verticales a las cajas representan la desviación estándar.

Rapidez del viento: En la figura 8 se muestra el número de viajes en relación a la rapidez del viento (m). A medida que la rapidez del viento se incrementó, menor fue el número de viajes. Se observó que el mayor número de viajes se realizaron cuando la rapidez del viento fue menor a 1 metro/segundo, con una mediana de 62 viajes. Posteriormente, cuando la rapidez del viento fue de entre 1 y 3 metros/segundo, la mediana del número de viajes saliendo fue de 49. Finalmente, la mediana número de viajes saliendo a pescar con una rapidez del viento de entre 2 y 3 metros/segundo fue de 40 viajes (Figura 8).

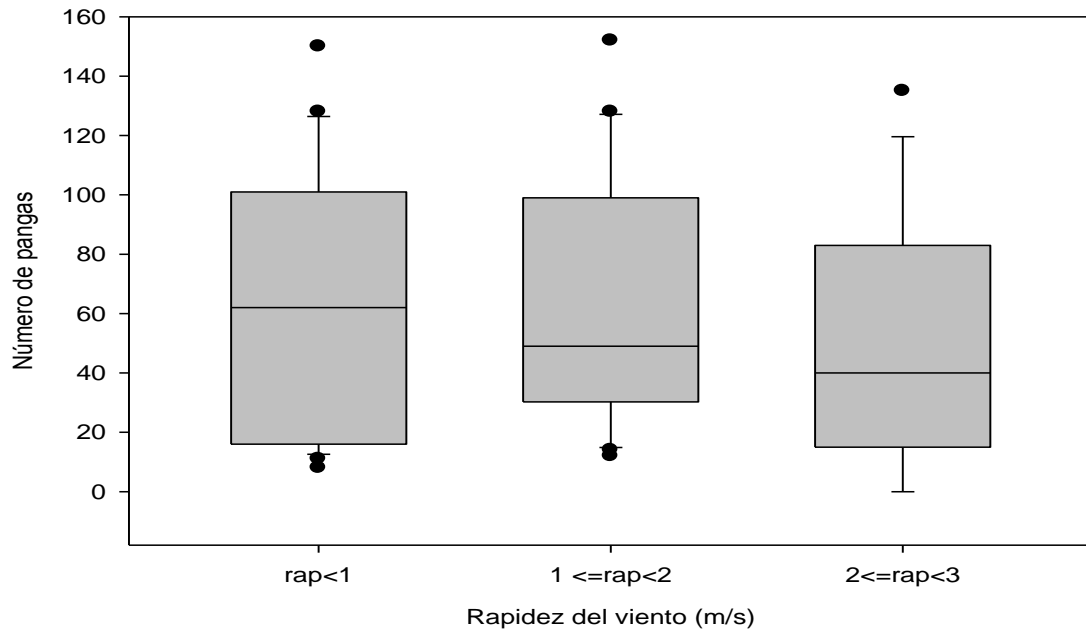


Figura 8. Distribución del número de viajes realizados en San Felipe del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 en relación a la rapidez del viento. Las líneas horizontales dentro de las cajas representan la mediana y los valores dentro de las cajas muestran el 50% de los datos; los puntos negros representan valores extremos y las líneas horizontales conectadas por líneas verticales a las cajas representan la desviación estándar.

Día de la semana: La figura 9 muestra el número de viajes y su relación con el día de la semana. La mediana del número de viajes realizados los días lunes y martes fue de 58 viajes respectivamente. Para los días miércoles y jueves, la mediana del número de viajes fue de 28 y 30 respectivamente. La mediana de viajes realizados los días viernes fue de 38 viajes, la mediana de viajes para los días sábado fue de 58 y finalmente, la mediana del número de viajes realizados los domingos fue de 40 viajes (Figura 9).

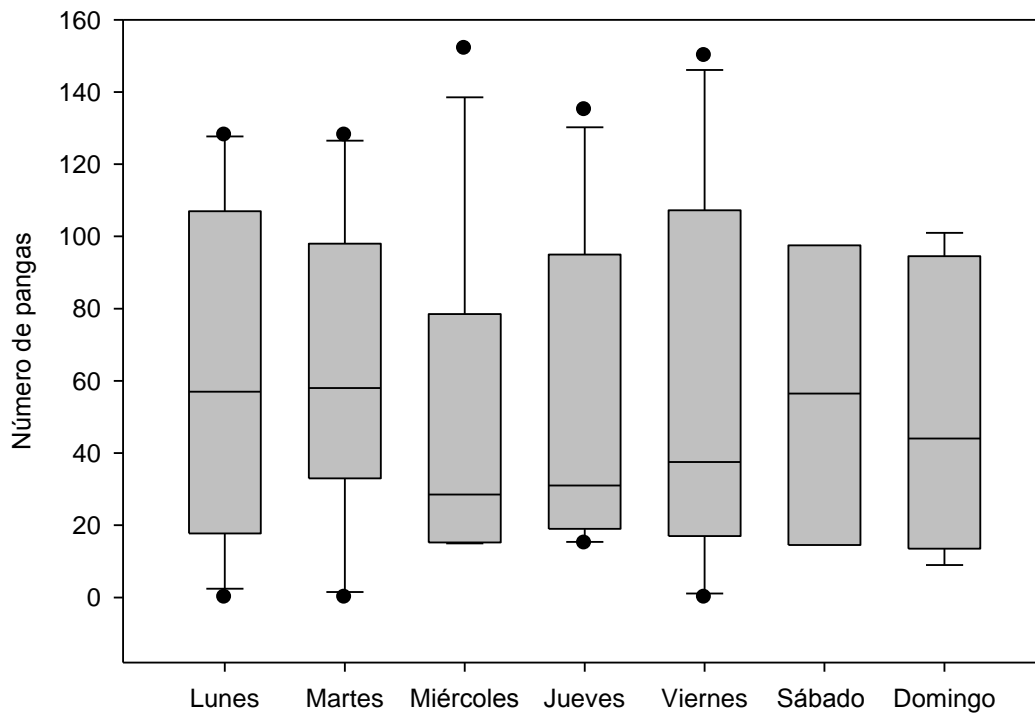


Figura 9. Distribución del número de viajes realizados en San Felipe pescando del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013 en relación al día de la semana. Las líneas horizontales dentro de las cajas representan la mediana y los valores dentro de las cajas muestran el 50% de los datos; los puntos negros representan valores extremos y las líneas horizontales conectadas por líneas verticales a las cajas representan la desviación estándar.

En la Figura 10 se presenta el esfuerzo pesquero observado en San Felipe y su relación con la amplitud de marea y la rapidez del viento a través del tiempo del periodo muestreado, del 15 de septiembre al 14 de diciembre de 2013.

Durante el periodo de muestreo, los días que tienen el mayor número de viajes corresponden a los días donde la amplitud de marea es mayor (entre 5 y 6 metros). De la misma manera, cuando la rapidez del viento es menor (2 metros/segundo) se observa el mayor número de viajes realizados (Figura 10).

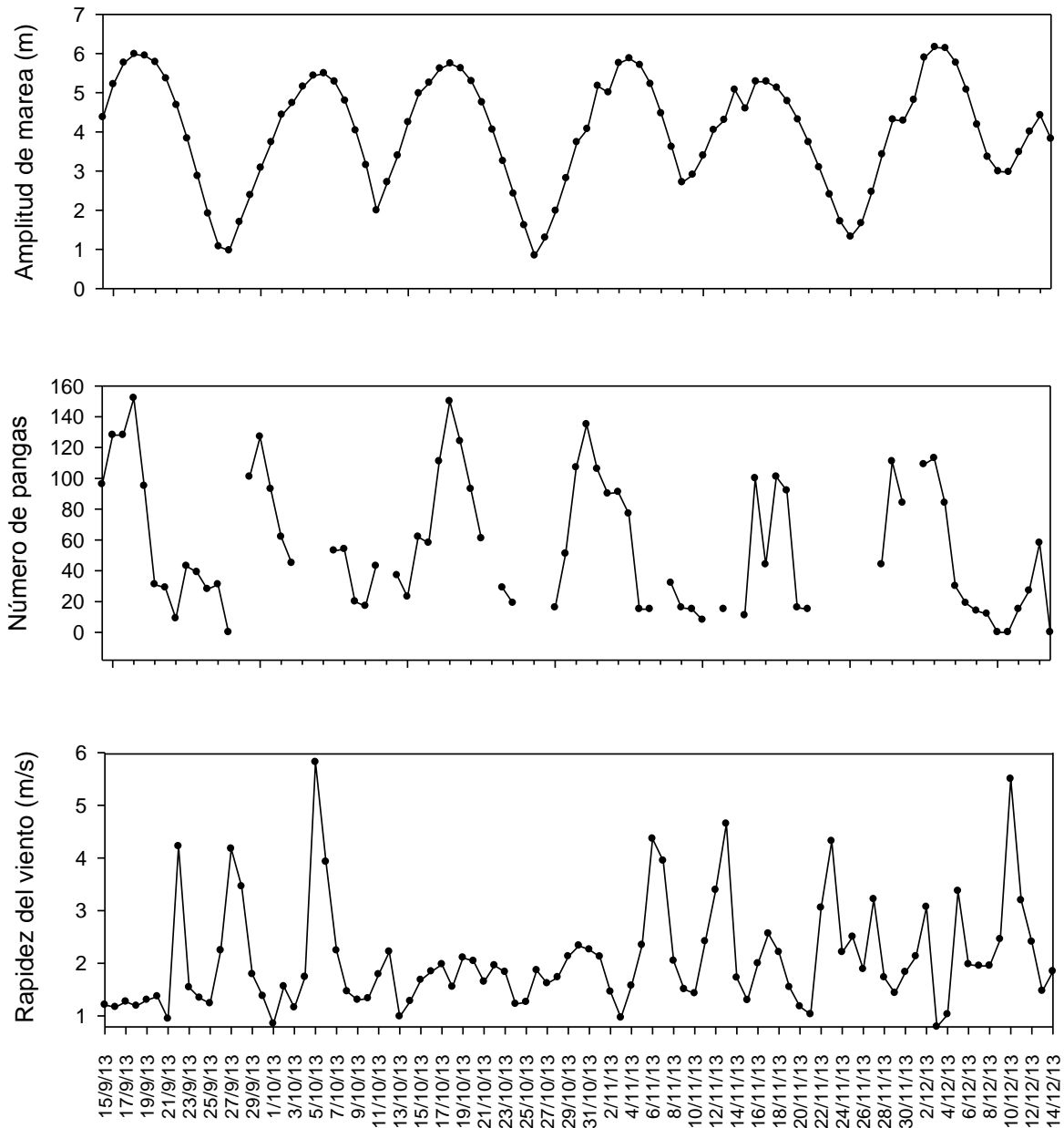


Figura 10. Amplitud de mareas (arriba), esfuerzo pesquero observado (medio) y rapidez del viento (abajo) observado entre el 15 de septiembre y el 14 de diciembre de 2013.

5.1.2. Estimación del esfuerzo pesquero para los días no muestreados

La Tabla 4 muestra los cuatro modelos que se corrieron con el método de estimación de máxima verosimilitud para seleccionar aquel que describiera mejor el esfuerzo pesquero observado y se pudiera utilizar para estimar el número de viajes para los días no muestreados.

Tabla 4. Mediana y varianza estimada por medio del método de máxima verosimilitud para cada parámetro para cada modelo.

Parámetros		Modelo 1		Modelo 2	
		Mediana	Varianza	Mediana	Varianza
β_0		1.033	0.705	1.122	0.697
β_1	Marea	0.389	0.122	0.302	0.125
β_2	Viento	-0.508	0.211	-0.422	0.211
β_{31}	L,M				
β_{32}	MI,J,V,S,D				
β_4	Poblado			1.182	0.594
β_5	Fecha				
r		0.643	0.066	0.659	0.067
Parámetros		Modelo 3		Modelo 4	
		Mediana	Varianza	Mediana	Varianza
β_0		0.752	32,833,000	1.139	0.701
β_1	Marea	0.302	0.211	0.332	0.129
β_2	Viento	-0.419	0.228	-0.341	0.224
β_{31}	L,M	0.397	32,833,000		
β_{32}	MI,J,V,S,D	0.355	32,833,000		
β_4	Poblado	1.191	0.604	1.127	0.603
β_5	Fecha			-0.069	0.064
r		0.659	0.067	0.662	0.067

β_0 : constante global, β_1 : Coeficiente de amplitud de marea, β_2 : Coeficiente de rapidez del viento, β_{31} : Coeficiente de los días de la semana lunes y martes, β_{32} : Coeficiente de los días de la semana miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo, β_4 : Coeficiente de poblado, β_5 : Coeficiente de fecha y r : Parámetro de dispersión.

La Tabla 4 muestra la mediana y la varianza estimada para cada parámetro de cada modelo. El Modelo 1 utilizó únicamente los factores de la amplitud de marea y la rapidez del viento. Sin embargo, fue necesario involucrar más factores debido a que difícilmente estos dos factores son los únicos que tienen efecto en la salida diaria de los pescadores. A partir de los datos observados durante los 5 días muestreados en el Golfo de Santa Clara, el esfuerzo pesquero por día de los pescadores del Golfo de Santa Clara es alrededor de tres veces mayor que el de San Felipe. El Modelo 2, además de tomar en cuenta la amplitud de marea y la rapidez del viento, utiliza el factor poblado, el cual también estima el esfuerzo pesquero del Golfo de Santa Clara. D'Agrosa (1995) documentó que los domingos el esfuerzo pesquero fue casi nulo, mientras que los viernes, sábado y lunes se pescó con mayor intensidad. De esta manera, el Modelo 3 involucra el día de la semana como factor que afecta la salida de las pangas. Sin embargo, como se muestra en la Tabla 2, la varianza para los parámetros del día de la semana sobrepasa la cifra del millón (32, 833,000), por lo que este modelo no es adecuado. El Modelo 4, que involucra la fecha transcurrida se basa en la suposición de que a medida que avanza la temporada de camarón para

ambos poblados, salen menos embarcaciones, sin embargo, con el paso del tiempo, el esfuerzo pesquero de la pesca de camarón es reemplazada por el de otras pesquerías, por lo que este modelo puede no representar de manera correcta la dinámica pesquera del camarón en su contexto regional.

Debido a que el Modelo 3 muestra una varianza en el factor de día de la semana, la que supera la cifra del millón (Tabla 4), se seleccionó el Modelo 2 para continuar con la estimación Bayesiana del número de viajes para los días no muestreados debido a que este modelo fue el que más se aproximó al número de viajes observados durante el periodo de muestreo (Tabla 5).

Tabla 5. Número de viajes observados y número de viajes estimados con cada uno de los cuatro modelos.

Viajes observados	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4
4,079	5,010	4,161	4,152	4,204
1,426	1,451	1,418	1,181	1,216

De esta manera, la ecuación de la función enlace para estimar el número de viajes para los días no muestreados es

$$\lambda = e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3} \quad (9)$$

Donde X_1 , X_2 y X_3 representan los efectos por amplitud de marea, rapidez del viento, poblado y $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ son los coeficientes a estimar.

En el Anexo 2 se muestra el código ensamblado en ADMB donde se corrió la cadena MCMC. Se revisó la matriz de correlación entre los parámetros (Tabla 6) en donde se observa que no hubo correlación entre los parámetros de interés, lo cual indica que la especificación del modelo es adecuada.

Tabla 6. Matriz de correlación para los parámetros del modelo después de la fase de optimización en ADMB.

Parámetro	1	2	3	4	5
1 β_0	1.0000				
2 β_1	-0.7940	1.0000			
3 β_2	-0.5873	0.027	1.0000		
4 β_3	0.1278	-0.2300	-0.0125	1.0000	
5 r	-0.0096	-0.0025	0.0212	-0.0000	1.0000

β_0 : constante global, β_1 : Coeficiente de amplitud de marea, β_2 : Coeficiente de rapidez del viento β_3 : Coeficiente de poblado y r : Parámetro de dispersión.

Posteriormente, el programa ejecutó la cadena MCMC con 500,000 simulaciones. Después de analizar la cadena resultante no se evidenciaron problemas de convergencia para los coeficientes de los parámetros del modelo (Figura 11). La desviación estándar y el promedio de cada parámetro se estabilizaron desde los inicios de la cadena y cada parámetro recorrió su espacio de distribución repetida y aleatoriamente, por lo que no fue necesario realizar un número mayor de simulaciones o formularse la necesidad de cambiar la estructura del modelo.

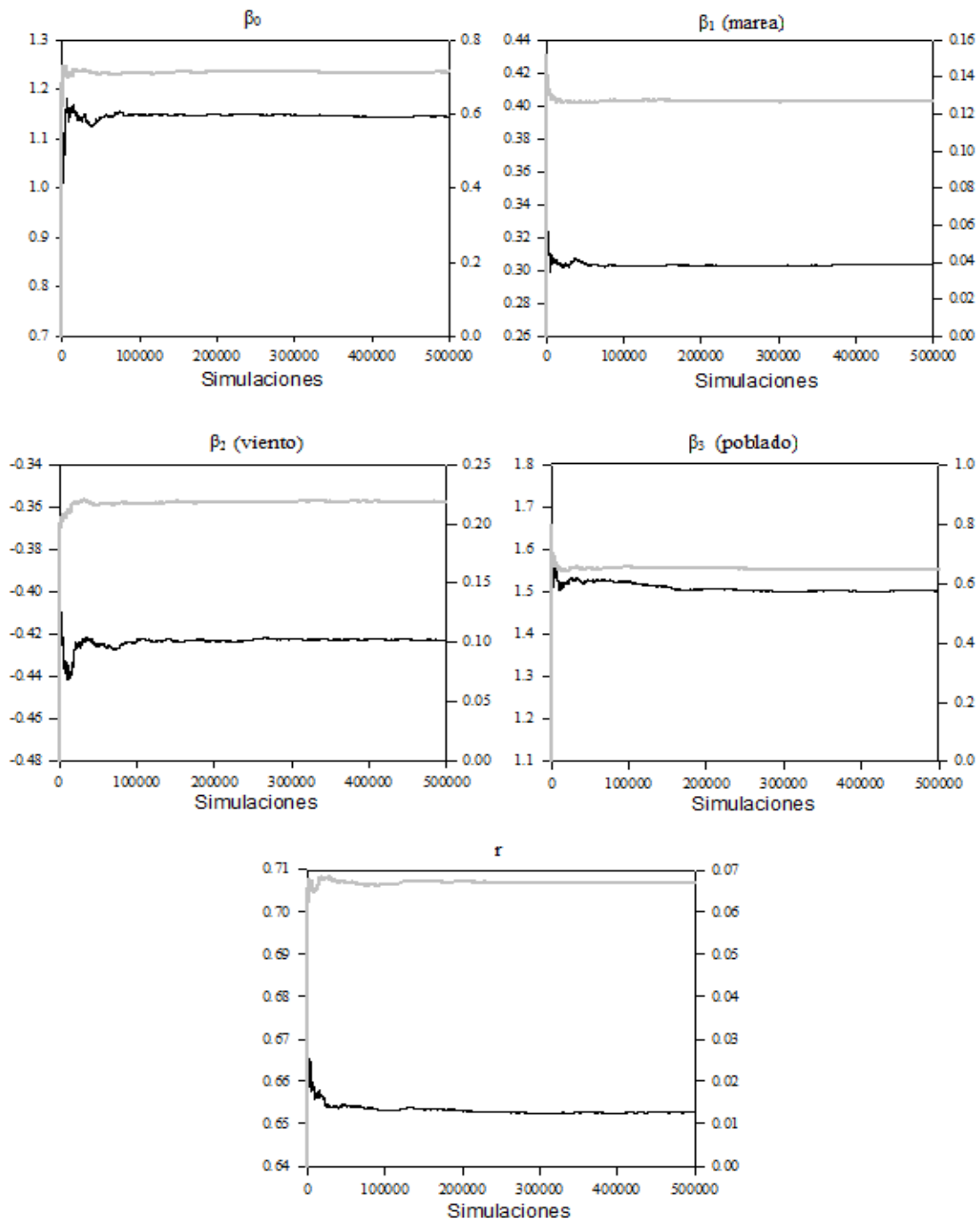


Figura 11. Gráficas de convergencia para los parámetros del modelo β_0 , β_1 , β_2 , β_3 y r . La línea negra representa la evolución del promedio y la línea gris la desviación estándar a través de 500,000 simulaciones.

La figura 12 muestra las distribuciones posteriores de los parámetros del modelo obtenidas después de 500,000 simulaciones obtenidas con la rutina MCMC. Las distribuciones posteriores de los parámetros del modelo son simétricas con la forma de una distribución normal. La mediana fue usada como la mejor medida de tendencia central, representando el valor puntual de cada coeficiente de cada parámetro (Tabla 7). La Tabla 7 muestra también la estimación de los coeficientes de los parámetros para describir la magnitud en que cada factor contribuyó a explicar la varianza del modelo.

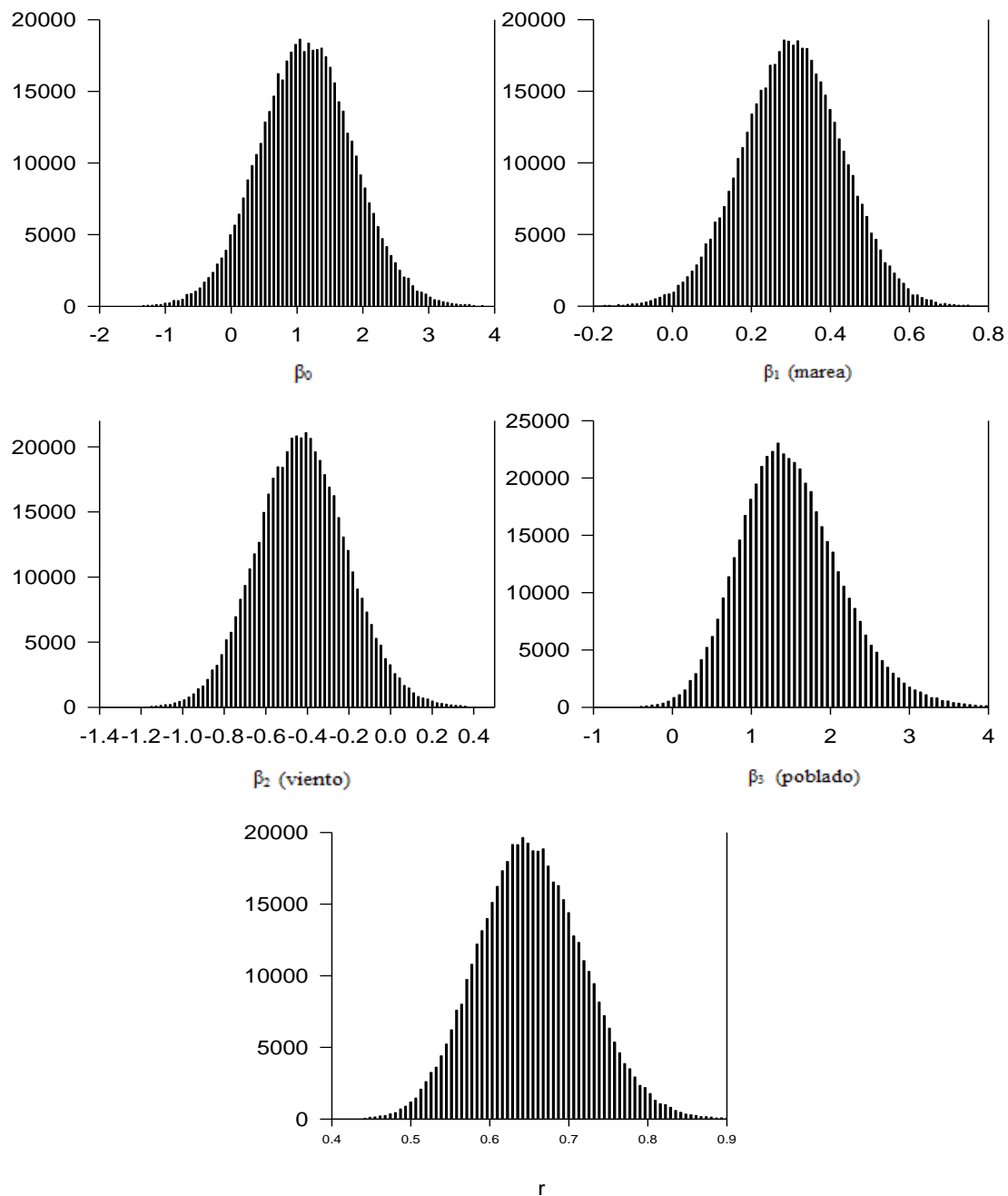


Figura 12. Distribuciones posteriores de los parámetros del modelo $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ y r .

Tabla 7. Coeficientes estimados y estandarizados para los parámetros del modelo β_0 , β_1 , β_2 , β_3 y r .

Coeficiente del parámetro	Valor	Coeficiente estandarizado
β_0	1.1415	
β_1	0.3040	2.1424
β_2	0.4261	-1.7443
β_3	1.4527	0.5576
r	0.6505	

β_0 : constante global, β_1 : Coeficiente de amplitud de marea, β_2 : Coeficiente de rapidez del viento β_3 : Coeficiente de poblado y r : Parámetro de dispersión.

La ecuación resultante, con los coeficientes estimados fue la siguiente:

$$\lambda = e^{1.1415 + 0.3040X_1 + 0.4261X_2 + 1.4527X_3} \quad (10)$$

Se estimaron 5,366 (95% I.C. 3,164- 9,991) viajes realizados por la flota ribereña de San Felipe para los días no muestreados del 15 de septiembre de 2013 al 15 de marzo de 2014 (Anexo 3). Para el Golfo de Santa Clara se estimaron 39,821 (95% I.C. 13,151-177,062) viajes realizados por la flota ribereña para los días no muestreados en el mismo periodo (Anexo 3). Se estimaron 45,187 (95% I.C. 16, 315-187,053) viajes totales para San Felipe y el Golfo de Santa Clara para los días no muestreados (Anexo 3).

En la figura 13 se presentan las distribuciones posteriores estimadas para los días con mayor y menor número de viajes estimados para ambos poblados. La mediana de cada distribución representa el valor puntual del número de viajes saliendo a pescar en cada día. En San Felipe, para el 26 de diciembre de 2013, el día de menor esfuerzo estimado, se estimaron 2 viajes y para el 28 de febrero de 2014, el día de mayor esfuerzo, se estimaron 78 viajes. Para el Golfo de Santa Clara, 10 de diciembre de 2013, el día con menor esfuerzo pesquero se estimaron 4 viajes y 225 viajes el 28 de febrero de 2014, el día con mayor esfuerzo estimado. Las distribuciones posteriores del número de viajes para los días no muestreados se observan asimétricas con la forma de una distribución binomial negativa.

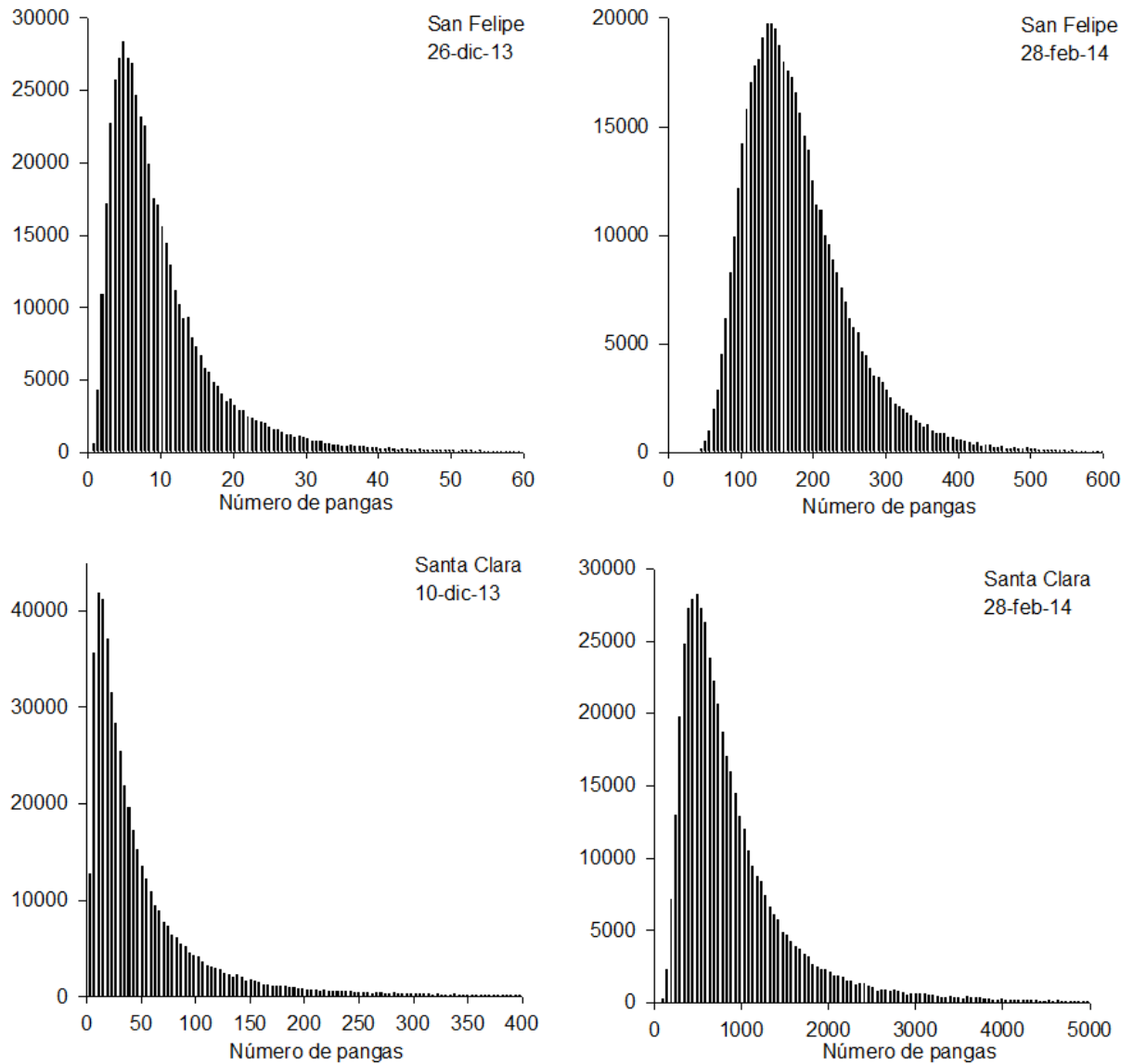


Figura 13. Distribuciones posteriores para los días con el menor (izquierda) y mayor (derecha) número de viajes estimados para San Felipe (arriba) y para el Golfo de Santa Clara (abajo).

La Figura 14 muestra el esfuerzo pesquero observado y el esfuerzo pesquero estimado para San Felipe. La Figura 15 muestra el esfuerzo pesquero estimado para el Golfo de Santa Clara del 15 de septiembre al 15 de marzo de 2014 respectivamente. El esfuerzo pesquero total para el Alto Golfo (ET), representado como número total de viajes para la temporada de pesca de camarón fue de 50,692 viajes (Figura 14). Se supuso que el tamaño de la flota para el inicio de la temporada de pesca del 2013 fue de 908 pangas, dato publicado en la Manifestación de Impacto Ambiental de la Reserva en 2013 (CEDO, 2013), por lo que cada panga realizó un promedio de 51 viajes durante la temporada.

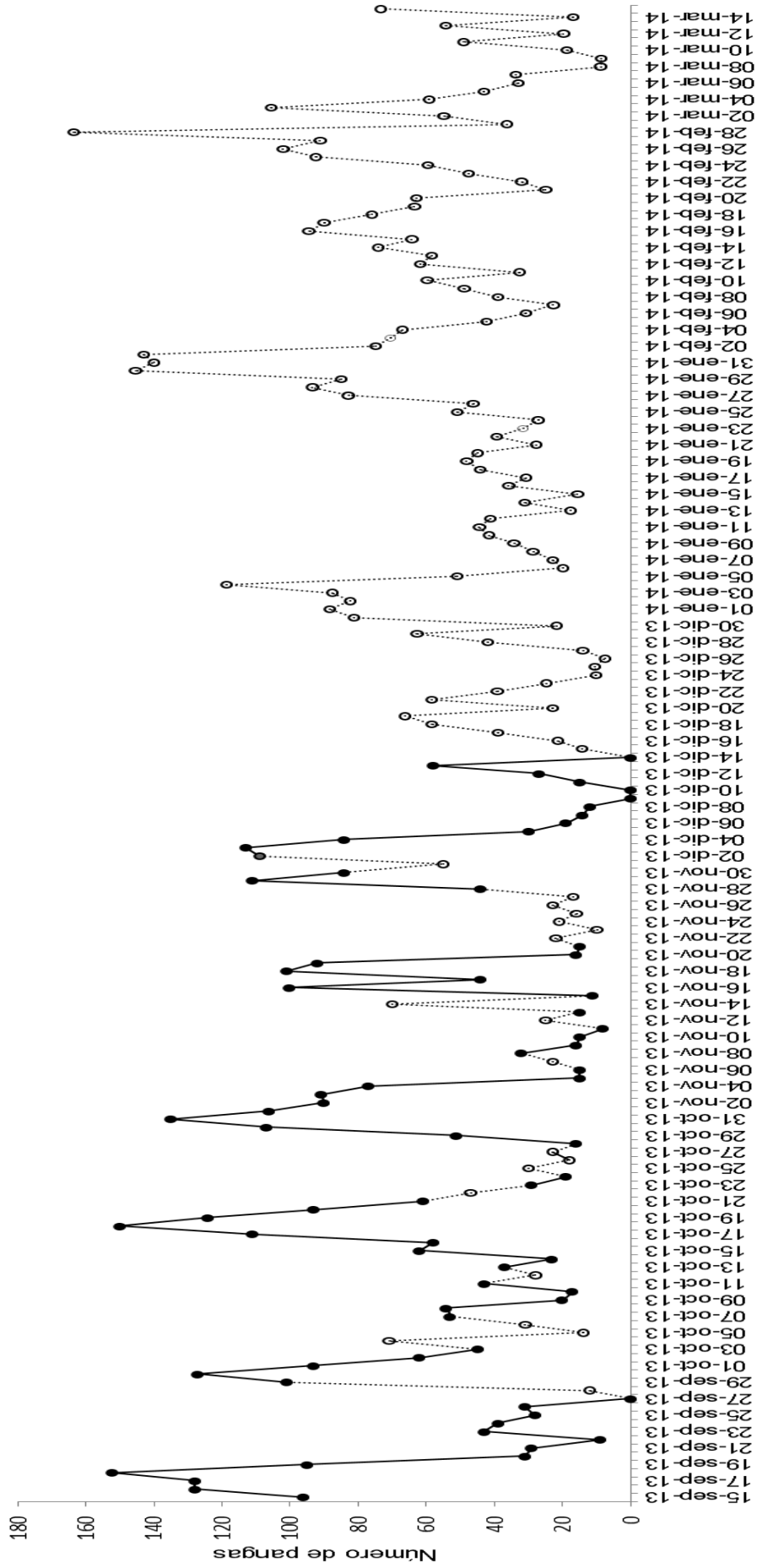


Figura 14. Esfuerzo pesquero observado y estimado para la temporada de camarón 2013-2014 de San Felipe. Los puntos negros representan el número de pangas observadas y los puntos blancos representan el número de pangas estimadas.

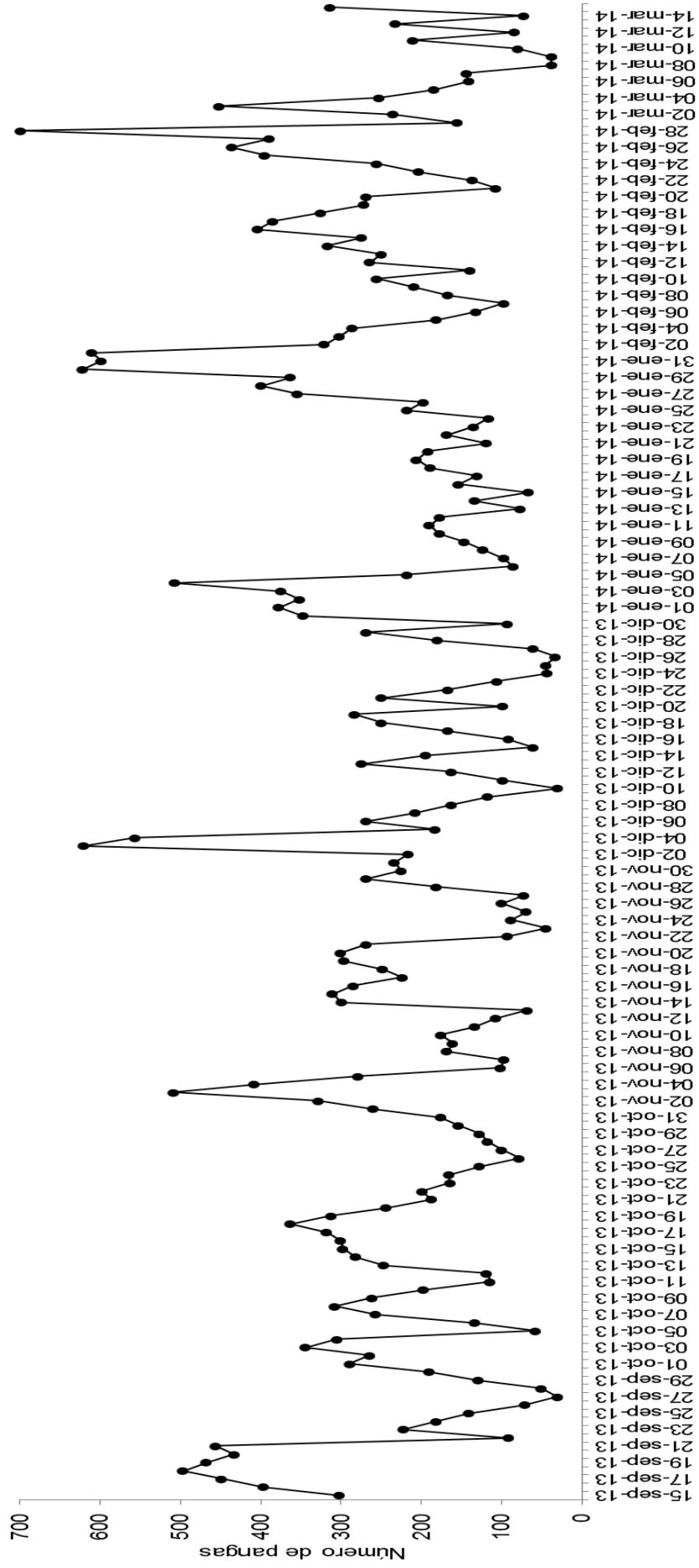


Figura 15. Esfuerzo pesquero estimado para la temporada de camarón 2013-2014 del Golfo de Santa Clara. Los puntos negros representan el número de pangas estimadas.

5.2. Índices de mortalidad

El índice de mortalidad instantáneo estimado para el 2013-2014 fue de 0.00038 (95% I.C. 0.00036-0.00039) vaquitas/viaje. El índice de mortalidad *per capita* estimado fue de 0.00000315 viajes⁻¹ (95% I.C. 0.0000031- 0.0000033). La figura 16 muestra la distribución posterior del índice de mortalidad *per capita*.

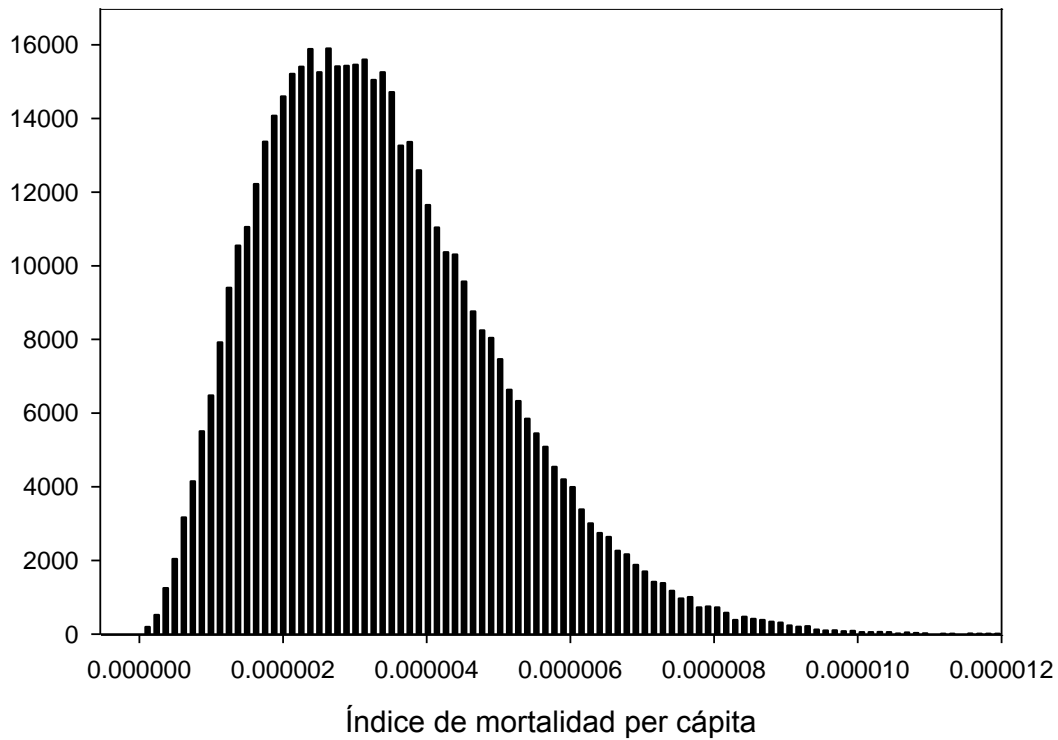


Figura 16. Distribución posterior del índice de mortalidad *per capita* estimado.

Capítulo 6. Discusión

La pesca incidental ha sido responsable de la disminución en la abundancia de varias especies de marsopas alrededor del mundo (Jefferson y Curry, 1994; Reeves 2003; Reeves *et al.*, 2005; Gilman *et al.*, 2007; Read, 2008). El esfuerzo pesquero es un parámetro que ha permitido cuantificar el impacto de las pesquerías en determinadas especies de cetáceos (Hinz *et al.*, 2013). La información reportada en este estudio es un primer paso para documentar el comportamiento y la magnitud recientes del esfuerzo pesquero en San Felipe y el Golfo de Santa Clara para caracterizar la presión pesquera en la que se encuentra la población de *P.sinus*. De esta manera, con un total de 50,692 viajes estimados por la flota artesanal del Alto Golfo para la temporada de camarón 2013-2014, es evidente que la vaquita no puede soportar la mortalidad incidental con el nivel de esfuerzo estimado, si las embarcaciones siguen utilizando como arte de pesca el chinchorro de línea o cualquier otra red que las capture.

6.1. Dinámica de la pesquería de camarón

Aunque los factores que determinan la salida de las pangas son la amplitud de mareas, rapidez del viento, etc, no se puede despreciar el hecho de que el comportamiento de los pescadores determina muchas veces la dinámica de pesca en un día dado. Es decir, en algunas ocasiones la decisión de salir a pescar o de regresar más temprano es una decisión subjetiva, no mecánica, alejada de los factores ambientales que determinan una jornada de pesca. Por ejemplo, la transmisión de eventos deportivos o alguna festividad local, puede ocasionar que algunos pescadores regresen antes de finalizar una jornada típica de pesca. También, puede haber ocasiones en que los pescadores se junten por la mañana a platicar o desayunar y salgan hasta más tarde a pescar, perdiendo las primeras horas del día.

Aparentemente, la capacidad pesquera de cada panga es distinta. Hinz *et al.* (2013) mencionan que es importante documentar la velocidad en la que viajan las embarcaciones debido a que con esa información se puede inferir la distancia que recorren y el tamaño de los motores. En este caso, se observó que el 96% de los viajes llevaban motores grandes (>115 hp), las cuales tienen mayor capacidad de

moverse más rápido y de alcanzar áreas más alejadas con mayor productividad que las pangas con motores pequeños (<115 hp), las cuales representaron únicamente el 4% de los viajes observadas. Sin embargo, el que la mayoría de las pangas lleven motores grande se puede deber, principalmente, a la necesidad de ahorrar combustible. Es decir, los motores grandes tienen un motor que no necesariamente debe acelerar al máximo para alcanzar la rapidez y las distancias que los pescadores necesitan, por lo que disminuyen el consumo de gasolina y realizan el mismo trabajo que los pescadores con motores pequeños. En el Golfo de Santa Clara, un pescador comentó que no se les permitía llevar motores de más de 115 hp (D.O.F., 2003b), pero que muchas pangas superaban los 200 hp. Esta información se confirmó durante las observaciones, ya que se observaron alrededor de 30 pangas con motores mayores a los 115 hp, algo que no se observó en San Felipe.

Aunque en la mayoría de los viajes observados se identificó una sola red aparente a bordo (Figura 6), en alrededor de 150 viajes se observó dos redes a bordo, lo cual debe reflejarse en una captura mayor. Además, se observó que únicamente en el 4% de los viajes iban cuatro o más tripulantes (Figura 6), lo cual incrementa la capacidad de trabajar continuamente, ya que mientras unos trabajan, los otros descansan. También, el hecho de llevar cuatro o cinco tripulantes puede indicar que llevan a bordo más de una red, ya que cada red necesita de dos a tres pescadores para ser operada.

Una manera indirecta de verificar la ilegalidad de las embarcaciones consiste en observar el número de tripulantes y posteriormente el número de redes, ya que llevar dos redes a bordo de la panga está prohibido bajo la modificación de la norma NOM-002-PESC-2007. También, durante el periodo de muestreo, se llegó a observar dos pangas con el mismo nombre, lo cual puede indicar que se tiene un permiso para operar una panga y en realidad se opera con una extra, obteniendo el doble de capturas bajo el mismo permiso. Una de las quejas

Los resultados del estudio de la marsopa sin aleta del río Yangtze (*Neophocaena phocaenoides asiaeorientalis*), en China (Wang *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2006b; Zhao *et al.*, 2008; Wang, 2009), concluyen que la pesca ilegal debe ser reducida y de ser posible, erradicada, con el fin de implementar de manera correcta las acciones de conservación de esta especie.

Un comportamiento usual que se observó en la marina por las mañanas fue la comunicación que existe entre los pescadores de San Felipe, independiente de la cooperativa en la que trabajen. Un pescador una ocasión comentó que se pesca bien dos o tres días y después se corre la voz de que casi ya no hay camarón, entonces se descansan los dos o tres días posteriores. Sin embargo, el mismo pescador comentó que aunque en ocasiones haya poco recurso, con la situación de hoy en día, los pescadores “salen porque salen” (com.pers.²), aprovechando cualquier oportunidad para obtener capturas.

Algunos días, se observaron varias pangas atracadas en la marina con pescadores a bordo, los cuales esperaban indicaciones acerca de si salían a pescar o no, de la misma manera, la voz se corría por los pescadores y en ocasiones se regresaban y no salían. Este comportamiento era usual cuando había viento fuerte por las mañanas, por lo que si las condiciones empeoraban no se salía y cuando llegaba la indicación se salía.

Conforme avanzó la temporada de pesca, se observó que los pescadores cambiaron de ruta de pesca, lo que podría indicar un cambio de zona de pesca. Durante septiembre y octubre se dirigían y regresaban con dirección al norte. A finales de octubre se veían saliendo y regresando del este y durante las últimas semanas de muestreo, hacia finales de noviembre y diciembre, se observaron con dirección al sur. En una ocasión, el encargado del faro de San Felipe mencionó que “el camarón se corrió al sur”, argumentando que en el norte ya no habían estado pescando suficiente camarón. Esto se podría deber a varios factores. La circulación del viento en el Alto Golfo se rige bajo dos patrones: vientos del sureste durante verano, de junio a septiembre y vientos del noroeste durante el invierno, de noviembre a abril (Álvarez-Borrego, 2012). Los meses en los que se realizó el muestreo abarcan ambos patrones y además el periodo de transición entre estos, por lo que probablemente el estrés del viento, combinado con el patrón de circulación con giros ciclónicos durante verano y giros anticiclónicos a partir de noviembre, generan el movimiento del camarón hacia el sur. Además, no se debe despreciar el movimiento de las corrientes, las mareas y los remolinos que se generan en toda la región durante la temporada (Calderon-Aguilera *et al.*, 2003).

² Pescador de San Felipe, Baja California, México. 28 de septiembre de 2013.

También, es posible que los pescadores empiecen la temporada explotando el recurso en las zonas más cercanas a los asentamientos urbanos, reduciendo de esta manera el tiempo y el costo de transporte. All (2006) reporta que el agotamiento del camarón muchas veces se debe al exceso de esfuerzo pesquero en determinada área. Por lo tanto, la movilización de los pescadores hacia el sur puede deberse al agotamiento del recurso en área norte durante los primeros meses, surgiendo necesidad de transportarse al sur para encontrar dónde pescar y obtener mayores capturas.

6.2. Estimación del esfuerzo pesquero

Debido a la falta de personal de apoyo y disponibilidad de tiempo, fue imposible monitorear la salida y llegada de las pangas las 24 horas. De hecho, solo se hicieron observaciones durante cuatro horas por la mañana y cuatro por la tarde, de manera que no se pudo documentar el número total de operaciones de las pangas. Sin embargo, el hecho de haber realizado las observaciones de la dinámica de los pescadores, *in situ*, permitió apreciar el comportamiento de las actividades pesqueras a través del tiempo muestreado. Las horas muestreadas contienen la mayor actividad pesquera acerca del número de pangas, lo cual fue evaluado durante la primera madrugada del periodo de observación, a través del uso de una grabadora con la que se detectaron los movimientos de las pangas por toda la noche. Además, el número de viajes que salían por la mañana a pescar concuerda con el número de viajes que regresaban al final de la jornada (Anexo 4). De esta manera, el muestreo es representativo, debido a que durante las horas no muestreadas la actividad de la salida y la llegada de las pangas es despreciable, brindando un componente acertado de comportamiento de la pesquería que determinó el esfuerzo pesquero de la región. Sin embargo, la salida de las pangas de la playa no pudieron ser cuantificadas, por lo que existe sesgo acerca del número de viajes saliendo desde la playa por lo que es necesario robustecer el modelo incluyendo estos datos.

Como se muestra en la Figura 7 y en la Tabla 5, el efecto de la amplitud de la marea es el factor que más afecta el número de viajes en un día dado, con el mayor número de viajes observadas durante las mareas vivas de cada mes. Sin embargo, el viento fue un factor que se observó también afectó la dinámica de los pescadores. Por

ejemplo, cuando había viento fuerte por las mañanas, los pescadores se juntaban en la marina FONATUR a bordo de las embarcaciones y esperaban a que cambiaran las condiciones de viento o a que, como se mencionó anteriormente, los demás pescadores corrieran la voz y avisaran si las condiciones del viento cambiaban (com.pers.²). En algunas ocasiones, si la rapidez del viento disminuía en el transcurso de la mañana, las pangas salían alrededor de medio día y se observó que no regresaban hasta después de las 9 ó 10 de la noche, por lo que ese número de pangas no fue cuantificado en el muestreo.

Mientras que en 1993, D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (1995, 2000) reportaron que casi no se observaron movimientos de pangas saliendo a pescar los domingos y días festivos, en el presente estudio se observó que el día de la semana no influyó en la salida de las pangas. La mayoría de los domingos y días festivos muestreados se observaron movimientos de pangas tanto en la mañana como en la tarde. Esto podría reflejar el cambio en la conducta de pesca de la flota artesanal en los últimos veinte años, es decir, probablemente en 1993 la competencia entre pescadores era menor y había menos cooperativas, por lo tanto menos esfuerzo. Además, el recurso era más abundante (Rodríguez-Quiroz y Bracamonte-Sierra, 2008; Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2010) o la captura por unidad de esfuerzo era más abundante y hoy en día es reducida debido a los altos valores de esfuerzo. Por lo tanto, hoy en día, debido a las condiciones en las que se encuentra la pesquería, se aprovecha cualquier día para salir a pescar camarón.

En los setenta y dos días muestreados, el número de viajes observados por la mañana era similar al número de viajes observados por la tarde (Anexo 4), lo cual también permitió estimar la duración promedio de la jornada de pesca. Entonces, de la misma manera que lo reporto D'Agrosa (1995) y D'Agrosa *et al.* (2000), la mejor medida de esfuerzo pesquero es el número de viajes por día ya que los pescadores artesanales realizan un sólo viaje al día. De acuerdo a lo publicado por Laloë y Samba (1993), el número de viajes es un componente importante para describir las interacciones entre los componentes de la pesca artesanal y además, es un buen indicador del esfuerzo pesquero en comunidades donde hace falta información y vigilancia de las actividades pesqueras.

Jaramillo *et al.* (2007) estimaron el número de *P.sinus* que pudieron haber sido capturadas en un año en particular multiplicando el tamaño de la flota por la probabilidad de que un ejemplar de *P.sinus* sea capturada por una panga. Estimaron que para el 2007 la abundancia de la vaquita era de 150 individuos. Gerrodette y Rojas-Bracho (2011) utilizaron también el tamaño de la flota para estimar la captura incidental de la vaquita bajo diferentes escenarios. Posteriormente, Morzaria-Luna *et al.* (2012), utilizaron el tamaño de la flota como medida de esfuerzo pesquero para simular la captura incidental bajo diferentes escenarios, con el objetivo de obtener el mejor programa de manejo que tome en cuenta las interacciones con las pesquerías del Alto Golfo.

Con el número de viajes estimados en el presente trabajo es posible estimar el número de viajes que debieron haber ocurrido desde el trabajo de D'Agrosa (1995) al 2008, cuando se realizó la estimación del estatus de la población, utilizando la abundancia de la población de *P.sinus* y el número de *P.sinus* capturadas cada año respectivamente (1992 a 2008). Utilizando la información disponible acerca del tamaño de la flota para cada año, la Figura 17 muestra una progresión lineal entre la estimación de pangas de D'Agrosa (1995) y la estimación de pangas para el 2008 (Rodríguez-Quiroz *et al.*, 2010).

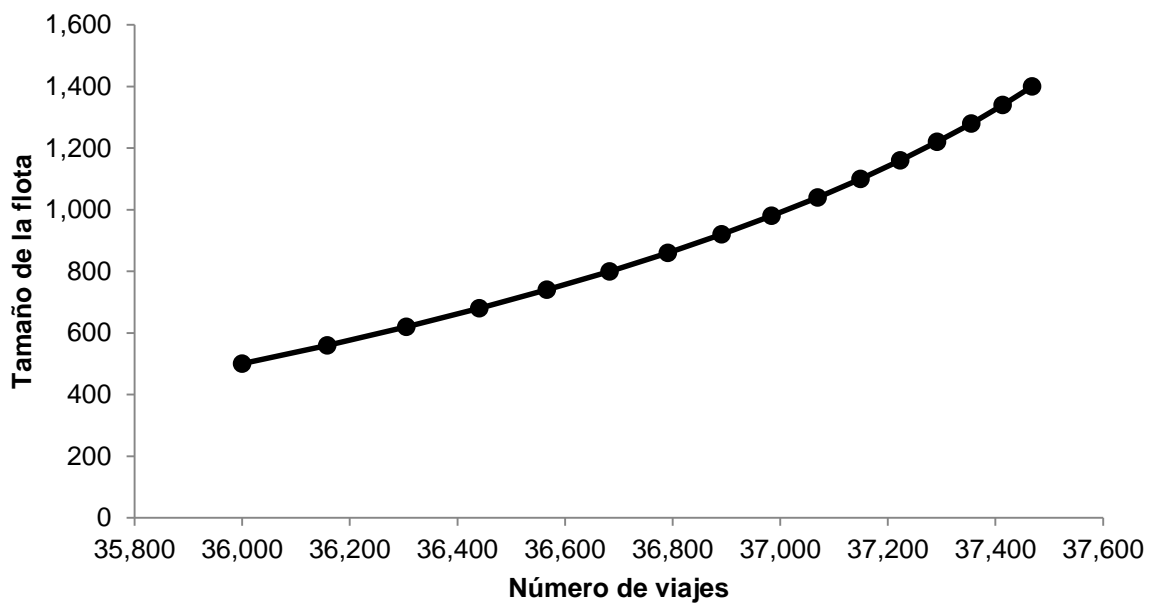


Figura 17. Relación entre el tamaño de la flota y el número de viajes de la flota ribereña del Alto Golfo.

En la Figura 17 se observa un crecimiento cercano al exponencial en la relación entre el número de viajes y el tamaño de la flota. El número de viajes estimados y el tamaño de la flota son dos piezas de información independientes en el modelo utilizado. Es decir, cuando se realiza la progresión lineal, independientemente del tamaño de la flota que se asigne a 2008, hay evidencias de que el tamaño de la flota entre 2002 y 2008 es aparentemente un buen indicador del esfuerzo pesquero aplicado, tanto de las pangas legales e ilegales, las cuales no se pueden diferenciar en el modelo con la información disponible.

Análisis bayesiano

El uso de los Modelos Lineados Generalizados fue una herramienta útil para modelar el esfuerzo pesquero de la temporada camaronera 2013-2014, medido como el número de viajes de pesca por día. Bjørge *et al.* (2013) estimaron la captura incidental de la marsopa común (*Phocoena phocoena*) en Noruega utilizando, entre otros, un Modelo Linear Generalizado con los factores que afectan el número de marsopas que se capturan en un año (temporada de pesca, tipo de pesquería y región). De la misma manera, Orphanides (2010), utilizó un modelo general linear para estimar la captura incidental de *P. phocoena*. Las variables del modelo fueron tipo de arte de pesca, duración de la jornada, ubicación y condiciones ambientales.

Las distribuciones posteriores de los parámetros del presente estudio no mostraron problemas de convergencia incluso desde aproximadamente 100,000 simulaciones. La desviación estándar y el promedio de cada parámetro se estabilizaron desde los inicios de la cadena y cada parámetro recorrió su espacio de distribución repetida y aleatoriamente, por lo que no fue necesario realizar un número mayor de simulaciones. No se apreciaron problemas de convergencia y el número de simulaciones MCMC realizadas deben representar adecuadamente las distribuciones posteriores de los parámetros del modelo, para describir las tendencias centrales y de dispersión.

Las distribuciones posteriores de los parámetros mostraron una distribución con una forma similar a la de una distribución normal. Este tipo de distribución es común para parámetros aditivos, por lo que las distribuciones obtenidas están representadas de manera correcta (Dobson, 2002). Las distribuciones posteriores del número de viajes

estimados para los días no muestreados mostraron una distribución con forma similar a la de una distribución binomial negativa; esto era de esperarse ya que desde un principio, la distribución del número de viajes se observó de esta forma. Las distribuciones posteriores obtenidas en el proceso bayesiano del presente puede utilizarse en estudios futuros como distribuciones previas.

6.3. Índices de mortalidad

Para el periodo 1992-1993, se estima que la población de *P.sinus* contaba con 830 individuos, por lo tanto, el índice de mortalidad *per capita* para el estudio de D'Agrosa (1995) es de 1.19×10^{-5} . Entre la tasa de mortalidad *per capita* obtenida en el presente estudio (3.15×10^{-6} viajes $^{-1}$) y la tasa de mortalidad *per capita* estimada por D'Agrosa *et al.* 2000 (1.19×10^{-5} viajes $^{-1}$) existe una diferencia de un orden de magnitud, en donde el índice *per capita* del periodo 1993-1994 es mayor.

D'Agrosa *et al.* (2000) estimaron que para el periodo de estudio se estimaron alrededor de 9,000 viajes para el periodo 1993-1994, lo cual pudo haber subestimado el esfuerzo pesquero del Alto Golfo debido a varios factores. La observación *in situ* del esfuerzo pesquero por D'Agrosa *et al.* (2000) se realizó de febrero a agosto de 1993; la primera pesquería en ser monitoreada fue la pesquería del camarón, desde finales de enero hasta mediados de marzo, la cual fue la única pesquería que fue observada de manera intermitente, de tal manera que es la pesquería principal para la cual se está estimando el esfuerzo pesquero. Para el resto de los meses, se monitorearon las pesquerías de chano, curvina, tiburón y sierra. Entonces, la estimación del modelo acerca del número de viajes para todo el año pudo no representar de manera precisa el esfuerzo pesquero debido a que no se muestreo durante la época pico de la pesquería de camarón (septiembre – diciembre) y el número de viajes observados durante el periodo muestreado en 1993 fue durante los meses menos productivos de la temporada de camarón, lo cual subestima el esfuerzo pesquero real de la pesquería de camarón.

En 1995 y posteriormente en el 2012, la Comisión Ballenera Internacional (CBI por sus siglas en español y IWC por sus siglas en inglés), en su apartado de

recomendaciones acerca de la captura incidental de pequeños cetáceos, indicó que la mortalidad incidental anual de una especie como *P.sinus* no debe ser mayor a una cuarta parte de la tasa de crecimiento poblacional de la especie. Esta estimación se ha realizado principalmente con la marsopa común (*Phocoena phocoena*, Caswell *et al.*, 1998), la cual tiene una tasa de crecimiento poblacional similar a la de *P.sinus* (Wade, 1998; Moore y Read, 2008; Gerrodette *et al.*, 2011).

Si se divide el número de vaquitas capturadas en un año entre el tamaño de la población de ese año se obtiene la tasa de mortalidad por año (Caswell *et al.*, 1998). En el caso de *P.sinus*, para el periodo 2013-2014, el número de capturas resulta del producto entre índice de mortalidad *per capita* estimado (3.15×10^{-6} viajes⁻¹), el número total de viajes estimados para la temporada 2013-2014 (50,692 viajes multiplicado por 3/2 para estimar los viajes del resto del año) y la abundancia de *P.sinus* para ese año, 119 individuos. Si se supone que la mortalidad de la vaquita se ha comportado de la misma manera que de 1997 al 2008, con una mortalidad de 7.36% anual, la abundancia de *P.sinus* para el periodo 2013-2014 es de 119 individuos. De esta manera, el número de ejemplares *P.sinus* capturados para el periodo 2013-2014 es de 28. Si se divide este valor entre el estimado de 119 *P.sinus*, se obtiene una tasa de mortalidad anual del 24%.

En la última reunión del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita (CIRVA) en julio de 2014, se estimaron 97 vaquitas (CIRVA, 2014), con una tasa de decremento del 18.5% del 2012 al 2014. Entonces, el número de ejemplares de *P.sinus* capturados para el 2014 es de 24 individuos, dividir este valor entre 97 *P.sinus* estimadas resulta en una tasa de mortalidad anual del 24%.

Para ambas estimaciones de abundancia, la tasa de mortalidad anual es mayor a una cuarta parte de la tasa de crecimiento poblacional de la vaquita, la cual es del 3.98%. La población mínima viable es aquella que estima el número mínimo de individuos que una población debe tener para ser capaz de persistir en el futuro (Brito y de Souza Lima Figueiredo, 2003). Con una tasa de mortalidad de esta magnitud, es posible que la vaquita no tarde o haya alcanzado la población mínima viable, disminuyendo alarmantemente la posibilidad de recuperarse.

Como ya se ha mencionado, la principal causa de mortalidad de *P.sinus* es la captura incidental causada por las redes agalleras de la flota artesanal del Alto Golfo. De esta manera, el presente trabajo brinda un parámetro que se había considerado únicamente una vez hace veinte años y que brinda información necesaria para entender la dinámica pesquera bajo la que se encuentra amenazada *P.sinus*. Con más de cincuenta mil viajes por temporada, es necesario eliminar el chinchorro de línea de manera definitiva.

Además, utilizando la regresión lineal de los datos de la Figura 17, si se extrapola el esfuerzo pesquero de 2011 a 2014, el número de viajes casi se duplica en los últimos cuatro años aunque el tamaño de la flota permanezca uniforme. Es decir, aunque el tamaño de la flota no aumente, se observa un crecimiento descontrolado en el número de viajes de 2011 a 2014. Entonces, un factor que puede estar provocando este aumento en el número de viajes para los últimos años es la pesca ilegal de la totoaba, la cual ha crecido de manera desenfrenada debido al alto precio de la venta del buche, el cual puede llegar a venderse en 8,500 dólares (CIRVA, 2014). La pesca ilegal de la totoaba es también una amenaza para la población de vaquitas debido a que esta pesquería también utiliza redes agalleras y los pescadores probablemente utilizan el Refugio de la vaquita como área de pesca.

Para que la recuperación sea posible, es necesario eliminar las redes agalleras y posteriormente es forzoso que las agencias gubernamentales ejerzan de manera efectiva las medidas de manejo, inspección y vigilancia. Tal como lo publicó el reporte del CIRVA en julio de 2014, es necesario desarrollar e implementar un arte de pesca alterna que beneficie a la flota artesanal del Alto Golfo, de manera que no afecte sus ingresos y estilo de vida. También, es necesario implementar programas de capacitación y educación ambiental con el fin de sensibilizar a la población acerca del problema en el que se encuentra la vaquita. La única manera en que la población de *P.sinus* puede recuperarse es si todas las organizaciones involucradas hacen y se ejercen de manera correcta las medidas de conservación. De no ser así, a pesar de los esfuerzos, habremos perdido a la vaquita.

Capítulo 7. Conclusiones

Los pescadores artesanales del Alto Golfo de California realizan un sólo viaje al día por lo que, de la misma manera que lo reporto D'Agrosa *et al.* (2000), la mejor medida de esfuerzo pesquero es el número de viajes.

La amplitud de marea es el factor que más influencia la salida de la flota artesanal a pescar, durante las mareas vivas de cada mes se observaron el mayor número de viajes saliendo a pescar. La rapidez del viento, después de la amplitud de marea, es el factor que más influencia el número de viajes en un día dado.

El tamaño de la flota y el número de viajes se incrementaron desde el estudio de D'Agrosa (1995). Para el año 2013-2014 se estimaron alrededor de 75,000 viajes realizados por la flota artesanal del Alto Golfo, ocho veces más viajes que los reportados para 1993-1994.

El número de viajes estimados y el tamaño de la flota son dos piezas de información independientes. Es decir, cuando se realiza la progresión lineal, independientemente del tamaño de la flota que se asigne a 2008, hay evidencias de que el tamaño de la flota entre 2002 y 2008 es aparentemente un buen indicador del esfuerzo pesquero aplicado, tanto de las pangas legales e ilegales.

De acuerdo con la última estimación realizada por el CIRVA, la abundancia de *P. sinus* es de 97 ejemplares. Con más de 70 mil viajes por año y un índice de mortalidad *per capita* de 3.15×10^{-6} viajes⁻¹, el presente trabajo estima una tasa de mortalidad del 24 %. Si la captura incidental de la vaquita continúa sucediendo a este ritmo, la vaquita se habrá extinguido antes del 2020.

Para que la población de *P. sinus* tenga alguna posibilidad de recuperarse es necesario eliminar el chinchorro de línea o cualquier tipo de red agallera y eliminar la pesca ilegal dentro y fuera del Refugio de protección de la vaquita. Esto únicamente puede ser posible si se ejercen de manera correcta las medidas de conservación.

Lista de referencias

- All, J. D. (2006). Colorado river floods, droughts, and shrimp fishing in the Upper Gulf of California, Mexico. *Environmental Management*, 37(1), 111–25.
- Álvarez-Borrego, S. (2012). Phytoplankton biomass and production in the Gulf of California: a review. *Botanica Marina*, 55, 119–228.
- Barlow, J., Fleischer, L., Forney, K. A., y Maravilla-Chavez, O. (1993). An experimental aerial survey for vaquita (*Phocoena sinus*) in the Northern Gulf of California, Mexico. *Marine Mammal Science*.9(1), 89-94.
- Barlow, J., y Gerrodette, T. (1997). First estimates of vaquita abundance. *Marine Mammal Science*, 13(1), 44–58.
- Barlow, J., Rojas-Bracho, L., Muñoz-Piña, C., y Mesnick, S. (2010). Conservation of the vaquita (*Phocoena sinus*) in the northern gulf of California, Mexico. *Handbook of Marine Fisheries Conservation and Management*, 205-214.
- Bjørge, A., Skern-Mauritzen, M., y Rossman, M. C. (2013). Estimated bycatch of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in two coastal gillnet fisheries in Norway, 2006–2008. Mitigation and implications for conservation. *Biological Conservation*, 161, 164–173.
- Bolker, B. (2007a). *Ecological Models and Data in R*. Princeton University Press.
- Bolker, B. (2007b). Probability and statistical distributions for ecological modeling.
- Brito, D., y de Souza Lima Figueiredo, M. (2003). Minimum viable population and conservation status of the Atlantic Forest spiny rat *Trinomys eliasi*. *Biological Conservation*. 112, 153–158.
- Brownell, R. L. (1983). *Phocoena sinus*. *Mammalian Species*, 198, 1–3.
- Brownell, R. L. (1986). Distribution of the vaquita, *Phocoena sinus*, in Mexican waters. *Marine Mammal Science*, 2(4), 299–305.
- Brusca, R. C. (2010). *The Gulf of California: Biodiversity and Conservation*. The University of Arizona Press.
- Calderón-Aguilera, L. E., Marinone, S. G., y Arago, E. A. (2003). Influence of oceanographic processes on the early life stages of the blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*) in the Upper Gulf of California. *Journal of Marine Systems*, 39, 117–128.
- Caswell, H., Brault, S., Read, A. J., y Smith, T. D. (1998). Harbor porpoise and fisheries: an uncertainty analysis of incidental mortality. *Ecological Applications*, 8(4), 1226–1238.

- CEDO. (2013). *Manifestación de impacto ambiental para la pesca ribereña responsable en la Reserva de la Biósfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado* : Costa Oeste. p. 205.
- CIRVA (2014). Report of the fifth meeting of the International Committee for the Recovery of the Vaquita porpoise. Final Report 8-10 July 2014. Ensenada, Baja California, México: Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita
- Cisneros, M. A. (2001). Pesca y manejo pesquero en el Golfo de California. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 11, 57–69.
- CONAPESCA (2013). Recuperado de:
www.conapesca.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion
- Cudney-Bueno, R., y Turk-Boyer, P. J. (1998). *Pescando entre mareas del Alto Golfo de California. Una guía sobre la pesca artesanal, su gente y sus propuestas de manejo*. p. 166. México.
- D'Agrosa, C. (1995). *Mortalidad incidental de la vaquita (Phocoena sinus) en actividades pesqueras del alto golfo de California, Mexico, 1993-94*. (Tesis de maestría) Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey- Campus Guaymas.
- D'Agrosa, C., Lennert-Cody, C. E., y Vidal, O. (2000). Vaquita bycatch in Mexico's artisanal gillnet fisheries: driving a small population to extinction. *Conservation Biology*, 14(4), 1110–1119.
- DeMaster, D. P., y Fowler, C. W. (2001). Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years. *Journal of Mammalogy*, 82(3), 641–651.
- Dobson, A. J. (2002). *An introduction to generalized linear models*. (C. Chatfield y J. Zidek, Eds.) (2a. ed.). Chapman y Hall/CRC Texts in Statistical Science Series. p. 221.
- D.O.F. (2005). Acuerdo mediante el cual se establece el Área de Refugio para la Protección de la Vaquita (*Phocoena sinus*). 8 de septiembre de 2005.
- D.O.F. (1993a). Decreto por el que se declara área natural protegida con el carácter de Reserva de la Biosfera la región conocida como Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado, ubicada en aguas del Golfo de California y los Municipios de Mexicali, B.C., de Puerto Peñasco y san Luis Río Colorado, Son.10 de junio de 1993.
- D.O.F. (1993b). Norma Oficial Mexicana NOM-002-PESC-1993, para ordenar el aprovechamiento de las especies de camarón en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos. 10 de agosto de 1993. Recuperado de: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4938578&fecha=28/11/2006
- D.O.F. (1994a). Norma Oficial Mexicana NOM-012-PESC-1993, por la que se establecen medidas para la protección de las especies de totoaba y vaquita

en aguas de jurisdicción federal del Golfo de California. 29 de junio de 1994. Recuperado de :
http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/agenda/PPD02/D02497_1.pdf

- D.O.F. (1994b). Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección. 16 de mayo de 1994. Recuperado de:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5173091&fecha=30/12/2010
- D.O.F. (2013). Fechas para inicio de temporada de pesca de camarón en el Océano Pacífico. Mazatlán, Sinaloa. 30 de agosto de 2013. Recuperado de:
http://conapesca.gob.mx/wb/cona/30_de_agosto_de_2013_mazatlan_sin
- Findley, L. T., Nava, J. M., y Torre, J. (1995). Food Habits of *Phocoena sinus* (Cetacea: Phocoenidae). In *11th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. Orlando, Florida.
- Fournier, D. A., Skaug, H. J., Ancheta, J., Magnusson, A., Maunder, M. N., Nielsen, A., y Sibert, J. (2012). AD Model Builder: using automatic differentiation for statistical inference of highly parameterized complex nonlinear models, *Optimization Methods and Software*, 27(2), 233–249.
- Gelman, A., Carlin, J. B., Stern, H. S., y Rubin, D. B. (2004). *Bayesian Data Analysis* (2a. ed.). Chapman y Hall/CRC. p. 668
- Gerrodette, T., Fleischer, L. A., Perez-Cortes, H., y Villa-Ramírez, B. (1995). Distribution of the vaquita, *Phocoena sinus*, based on sightings from systematic surveys. *Report of the International Whaling Commission (Special Issue)*, 16, 273–281.
- Gerrodette, T., y Rojas-Bracho, L. (2011). Estimating the success of protected areas for the vaquita, *Phocoena sinus*. *Marine Mammal Science*, 27(2), 101–125.
- Gerrodette, T., Taylor, B. L., Swift, R., Rankin, S., Jaramillo-Legorreta, A. M., y Rojas-Bracho, L. (2011). A combined visual and acoustic estimate of 2008 abundance, and change in abundance since 1997, for the vaquita, *Phocoena sinus*. *Marine Mammal Science*, 27(2), 79–100.
- Gilman, E., Brothers, N., McPherson, G., y Dalzell, P. (2007). A review of cetacean interactions with longline gear. *Journal of Cetacean Research and Management*, 8(2), 215.
- Hinz, H., Murray, L. G., Lambert, G. I., Hiddink, J. G., y Kaiser, M. J. (2013). Confidentiality over fishing effort data threatens science and management progress. *Fish and Fisheries*, 14, 110–117.
- Hohn, A. A., Read, A. J., Fernandez, S., Vidal, O., y Findley, L. T. (1996). Life history of the vaquita, *Phocoena sinus* (Phocoenidae, Cetacea). *Journal of Zoology*, 239(2), 235–251.

INEGI (2013). Recuperado de: www.inegi.org.mx

- Jaramillo-Legorreta, A. M. (2008). *Estatus actual de una especie en peligro de extinción, la vaquita (Phocoena sinus): una aproximación poblacional con métodos acústicos y bayesianos*. (Tesis doctoral) Universidad Autónoma de Baja California. México.
- Jaramillo-Legorreta, A. M., Rojas-Bracho, L., Brownell Jr, R. L., Read, A. J., Reeves, R. R., Ralls, K., y Taylor, B. L. (2007). Saving the vaquita: immediate action, not more data. *Conservation Biology*, 21, 1653–1655.
- Jaramillo-Legorreta, A. M., Rojas-Bracho, L., y Gerrodette, T. (1999). A new abundance estimate for vaquitas: first step for recovery. *Marine Mammal Science*, 15(4), 957–973.
- Jefferson, T. a., y Curry, B. E. (1994). A global review of porpoise (Cetacea: Phocoenidae) mortality in gillnets. *Biological Conservation*, 67, 167–183.
- Laloë, F., y Samba, A. (1991). A simulation model of artisanal fisheries of Senegal. In ICES Mar. Sci. Symp, 193, 281-286.
- Lewison, R. L., Crowder, C. B., Read, A. J., y Freeman, S. A. (2004). Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *Trends in Ecology y Evolution*, 19(11), 598–604.
- Linden, A., y Mantyniemi, S. (2011). Using the negative binomial distribution to model overdispersion in ecological count data. *Ecology*, 92(7), 1414–1421.
- Lord, D., y Park, B. (2005). Negative Binomial Regression Models and Estimation Methods, 1–15.
- Moore, J. E., y Read, A. J. (2008). A bayesian analysis of cetacean femography and bycatch mortality using age-at-death data. *Ecological Applications*, 18(8), 1914–1931.
- Morzaria-Luna, H. N., Ainsworth, C. H., Kaplan, I. C., Levin, P. S., & Fulton, E. A. (2012). Exploring trade-offs between fisheries and conservation of the vaquita porpoise (*Phocoena sinus*) Using an Atlantis ecosystem model. *PloS one*, 7, e42917.
- Norris, K. S., y Mcfarland, W. N. (1958). A new harbor porpoise of the genus *Phocoena* from the Gulf of California. *Journal of Mammalogy*, 39(1), 22-39.
- Orphanides, C. D. (2010). Protected species bycatch estimating approaches: estimating harbor porpoise bycatch in U.S. Northwestern Atlantic gillnet fisheries. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 42, 55–76.
- Read, A. (2008). The looming crisis: interactions between marine mammals and fisheries. *Journal of Mammalogy*, 89(3), 541–548.
- Read, A. J., Drinker, P., y Northridge, S. (2006). Bycatch of marine mammals in U.S. and global fisheries. *Conservation Biology*, 20(1), 163–169.

- Reeves, R. R. (Ed). (2003). *Dolphins, Whales, and Porpoises: 2002-2010 conservation action plan for the world's cetaceans*. 58. IUCN.
- Reeves, R., Berggren, P., Crespo, E. A., Gales, N., Northridge, S. P., Notarbartolo di Sciara, G., Waerebeek, K. Van. (2005). Global priorities for reduction of cetacean bycatch. *World Wildlife Fund*, 1–29.
- Rodríguez-Quiroz, G., Aragón-Noriega, E. A., Valenzuela-Quiñónez, W., y Esparza-Leal, H. M. (2010). Artisanal fisheries in the conservation zones of the Upper Gulf of California. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45(1), 89–98.
- Rodríguez-Quiroz, G., y Bracamonte-Sierra, Á. (2008). Pertinencia de las ANP comopolítica de conservación y mejoramiento de la calidad de vida. Análisis de percepción en la Reserva de la Biosfera del Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. *Estudios Sociales (Hermosillo, Son.)*, 16(32), 141–176.
- Rojas-Bracho, L., y Jaramillo-Legorreta, A. (2002). Vaquita *Phocoena sinus*. In W. F. Perrin, B. Würsig, y J. G. M. Thewissen (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals*. San Diego: Academic Press. 1277–1280
- Rojas-Bracho, L., y Reeves, R. R. (2013). Vaquitas and gillnets: Mexico's ultimate cetacean conservation challenge. *Endangered Species Research*, 21(1), 77–87.
- Rojas-Bracho, L., Reeves, R. R., y Jaramillo-Legorreta, A. M. (2006). Conservation of the vaquita *Phocoena sinus*. *Mammal Review*, 36(3), 179–216.
- Rojas-Bracho, L., Reeves, R. R., Jaramillo-Legorreta, A. M., y Taylor, B. L. (2008). *Phocoena sinus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. www.iucnredlist.org.
- Rojas-Bracho, L., y Taylor, B. L. (1999). Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). *Marine Mammal Science*, 15(4), 974–989.
- SEMARNAT (2007). Programa de Conservación y manejo Reserva de la Biosfera Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. (1ª. ed.). p 318.
- SEMARNAT (2008). Programa de Acción para la Conservación de la Especie: Vaquita (*Phocoena sinus*). Estrategia integral para el manejo sustentable de los recursos marinos y costeros en el Alto Golfo de California. p 73.
- Silber, G. K. (1991). Geographic and seasonal distributions of the vaquita, *Phocoena sinus*. *Anales Del Instituto de Biología Serie Zoología*, 62(002).
- Silber, G. K. (1990). Occurrence and distribution of the vaquita *Phocoena sinus* in the northern Gulf of California. *Fishery Bulletin*, 88(2), 339–346.
- Ver Hoef, J. M., y Boveng, P. L. (2007). Quasi-Poisson vs. negative binomial regression: how should we model overdispersed count data? *Ecology*, 88(11), 2766–2772.

- Wang, D. (2009). Population status, threats and conservation of the Yangtze finless porpoise. *Chinese Science Bulletin*, 54(19), 3473–3484.
- Wang, K., Wang, D., Zhang, X., Pfluger, A., y Barrett, L. (2006). Range-wide Yangtze freshwater dolphin expedition: The last chance to see Baiji? *Environmental Science and Pollution Research*, 13(6), 418–424.
- Wang, D., Zhang, X., Wang, K., Wei, Z., Wursig, B., Braulik, G. T. y Ellis S(2006). Conservation of the baiji: No simple solution. *Conservation Biology*, 20(3), 623–625.
- Zeitzschel, B. (1969). Primary productivity in the Gulf of California. *Marine Biology*, 207.
- Zhao, X., Barlow, J., Taylor, B. L., Pitman, R. L., Wang, K., Wei, Z., y Wang, D. (2008). Abundance and conservation status of the Yangtze finless porpoise in the Yangtze River, China. *Biological Conservation*, 141(12), 3006–3018.

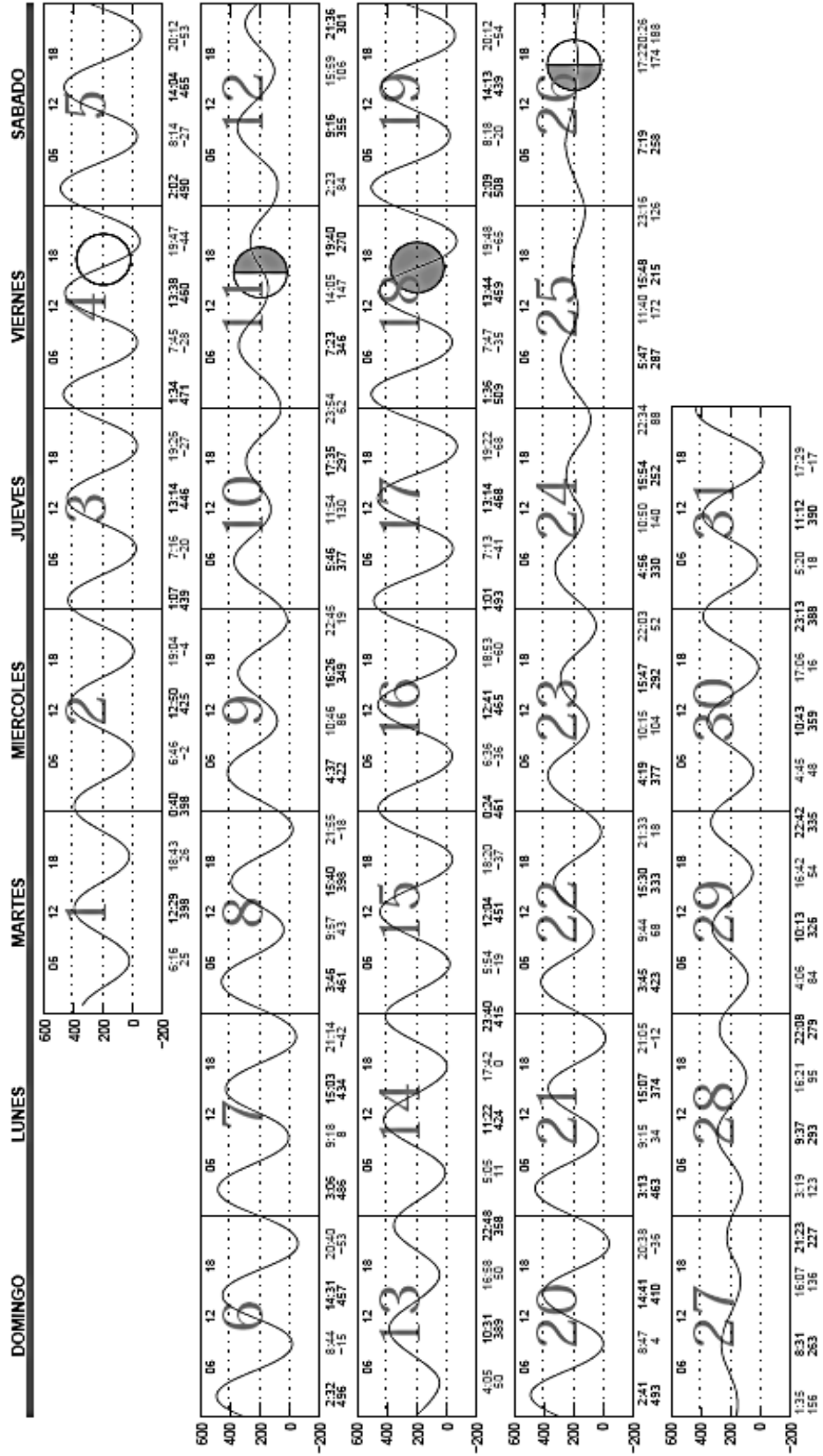


Oceanografía Física

San Felipe, B.C., México
 31°01'N 114°49'W
 Octubre 2013



CICESE



Anexo 2

DATA_SECTION

```

init_int nobs
init_matrix data(1,nobs,1,7)
vector marea(1,nobs)
vector viento(1,nobs)
vector d01(1,nobs) // lunes y martes
vector d02(1,nobs) // miércoles, jueves, viernes, sábado y domingo
vector poblado(1,nobs)
vector dia(1,nobs)
vector k(1,nobs)
int i

```

INITIALIZATION_SECTION

```

b0 0.0
bmarea 0.0
bviento 0.0
bd01 0.0
bd02 0.0
bpoblado 0.0
bdia 0.0
r 0.2

```

PARAMETER_SECTION

```

init_number b0
init_number bmarea
init_number bviento
init_number bd01(-1)
init_number bd02(-1)
init_number bpoblado
init_number bdia(-1)
init_number r
vector lambda(1,nobs)
number j
sdreport_number bb
likeprof_number bbb
objective_function_value f

```

PRELIMINARY_CALCS_SECTION

```

marea=column(data,1);
viento=column(data,2);
d01=column(data,3);
d02=column(data,4);
k=column(data,5);
poblado=column(data,6);
dia=column(data,7);

```

PROCEDURE_SECTION

```

bb=bmarea;
bbb=bmarea;
lambda=b0;
lambda+=(bmarea*marea);
lambda+=(bviento*viento);
lambda+=(bd01*d01);
lambda+=(bd02*d02);

```

```

lambda+=(bpoblado*poblado);
lambda+=(bdia*dia);
lambda=exp(lambda);

f += ((-r*log(r))+gammln(r)*nobs));
f += -sum(elem_prod(k,log(lambda))+sum(elem_prod(log(r+lambda),(r+k))));
f += -sum(gammln(r+k)+sum(gammln(k+1.0)));
//cout <<marea[5]<< " " <<viento[5]<< " " <<d01[5]<< " " <<d02[5]<< " " <<poblado[5]<< "
"<<k[5]<< " " <<endl;
//cout <<marea[15]<< " " <<viento[15]<< " " <<d01[15]<< " " <<d02[15]<< "
"<<poblado[15]<< " " <<k[15]<< " " <<endl;
//cout <<marea[nobs]<< " " <<viento[nobs]<< " " <<d01[nobs]<< " " <<d02[nobs]<< "
"<<poblado[nobs]<< " " <<k[nobs]<< " " <<endl;
cout << f << endl;

```

Anexo 3

Promedio, mediana e intervalo de credibilidad de la distribución posterior de cada día de los días no muestreados para cada día no muestreado en San Felipe y el Golfo de Santa Clara.

SAN FELIPE				
Fecha	Promedio	Mediana	Intervalo de credibilidad	
			Límite inferior	Límite superior
28-sep-13	14	12	5	33
04-oct-13	73	72	50	106
05-oct-13	21	14	3	86
06-oct-13	36	31	12	89
12-oct-13	29	28	17	49
22-oct-13	48	47	34	65
25-oct-13	33	30	14	68
26-oct-13	21	18	8	48
27-oct-13	26	23	10	55
07-nov-13	26	23	9	62
12-nov-13	27	25	13	55
14-nov-13	72	70	50	103
22-nov-13	23	22	12	44
23-nov-13	13	10	3	35
24-nov-13	22	21	10	45
25-nov-13	18	16	7	39
26-nov-13	25	23	11	50
27-nov-13	19	17	8	39
01-dic-13	56	55	39	79
15-dic-13	20	14	3	68
16-dic-13	26	21	7	72
17-dic-13	42	39	22	75
18-dic-13	60	59	42	84
19-dic-13	68	66	48	95
20-dic-13	26	23	10	58
21-dic-13	60	59	39	92
22-dic-13	40	39	26	61
23-dic-13	26	25	14	45
24-dic-13	12	10	3	34
25-dic-13	13	11	4	33
26-dic-13	10	8	2	32
27-dic-13	16	14	5	41
28-dic-13	43	42	30	61
29-dic-13	64	63	46	90
30-dic-13	29	22	6	95
31-dic-13	85	81	50	139

01-ene-14	94	88	49	169
02-ene-14	88	83	43	168
03-ene-14	92	88	50	161
04-ene-14	125	119	67	222
05-ene-14	52	51	37	74
06-ene-14	23	20	9	51
07-ene-14	24	23	13	44
08-ene-14	30	29	16	53
09-ene-14	36	34	21	59
10-ene-14	43	42	28	65
11-ene-14	46	45	32	64
12-ene-14	43	41	27	65
13-ene-14	20	18	7	47
14-ene-14	34	31	16	67
15-ene-14	21	16	4	71
16-ene-14	39	36	19	74
17-ene-14	34	31	14	72
18-ene-14	46	44	29	71
19-ene-14	49	48	35	68
20-ene-14	46	45	33	64
21-ene-14	29	28	16	49
22-ene-14	41	39	25	64
23-ene-14	33	32	18	57
24-ene-14	29	27	14	55
25-ene-14	55	51	25	108
26-ene-14	47	46	33	68
27-ene-14	86	83	53	134
28-ene-14	97	93	59	154
29-ene-14	89	85	51	148
30-ene-14	156	145	73	303
31-ene-14	150	140	70	292
01-feb-14	153	143	73	293
02-feb-14	78	75	48	123
03-feb-14	72	71	50	103
04-feb-14	69	67	42	109
05-feb-14	44	42	25	74
06-feb-14	33	31	15	67
07-feb-14	24	23	12	47
08-feb-14	41	39	22	72
09-feb-14	51	49	30	82
10-feb-14	62	60	39	95
11-feb-14	34	33	19	59
12-feb-14	63	62	45	87
13-feb-14	60	59	43	83
14-feb-14	76	74	52	110
15-feb-14	66	65	46	93
16-feb-14	99	94	56	164
17-feb-14	94	90	54	154

18-feb-14	78	76	50	119
19-feb-14	65	64	44	96
20-feb-14	66	63	37	109
21-feb-14	26	25	15	45
22-feb-14	34	32	17	63
23-feb-14	51	48	23	102
24-feb-14	62	60	36	103
25-feb-14	97	92	54	164
26-feb-14	106	102	63	174
27-feb-14	94	91	59	148
28-feb-14	177	163	78	359
01-mar-14	46	36	11	135
02-mar-14	61	55	25	130
03-mar-14	110	106	64	183
04-mar-14	61	59	42	86
05-mar-14	44	43	31	62
06-mar-14	34	33	21	56
07-mar-14	37	34	16	76
08-mar-14	11	9	3	30
09-mar-14	11	9	3	32
10-mar-14	20	19	9	40
11-mar-14	51	49	30	82
12-mar-14	22	20	9	50
13-mar-14	56	55	40	76
14-mar-14	21	17	5	60
15-mar-14	75	73	51	110
<hr/>				
TOTAL	5,678	5,366	3,164	9,991

EL GOLFO DE SANTA CLARA

15-sep-13	404	304	104	1,305
16-sep-13	527	399	141	1,676
17-sep-13	594	450	161	1,877
18-sep-13	660	499	176	2,101
19-sep-13	620	469	168	1,958
20-sep-13	572	435	157	1,801
21-sep-13	611	459	157	1,973
22-sep-13	140	95	23	520
23-sep-13	299	224	76	965
24-sep-13	252	184	54	856
25-sep-13	207	145	36	745
26-sep-13	109	74	16	416
27-sep-13	53	32	5	228
28-sep-13	80	53	11	308
29-sep-13	182	131	37	628
30-sep-13	404	304	104	1,305
01-oct-13	398	294	89	2,339

02-oct-13	351	266	95	1,115
03-oct-13	459	346	120	1,473
04-oct-13	402	306	114	1,251
05-oct-13	116	61	9	544
06-oct-13	196	137	36	699
07-oct-13	338	258	95	1,054
08-oct-13	407	308	111	1,287
09-oct-13	351	264	89	1,137
10-oct-13	273	201	61	915
11-oct-13	165	117	31	586
12-oct-13	166	121	35	561
13-oct-13	341	250	75	1,147
14-oct-13	377	284	97	1,216
15-oct-13	391	298	110	1,223
16-oct-13	396	302	113	1,229
22-oct-13	266	200	70	847
23-oct-13	225	167	53	737
24-oct-13	236	169	46	827
25-oct-13	190	131	31	701
26-oct-13	122	81	17	469
27-oct-13	150	102	24	561
28-oct-13	169	120	31	598
29-oct-13	177	129	39	594
30-oct-13	208	156	52	674
31-oct-13	236	178	61	756
01-nov-13	343	262	97	1,070
02-nov-13	434	330	120	1,368
03-nov-13	680	512	175	2,194
04-nov-13	538	410	150	1,680
05-nov-13	369	280	103	1,148
06-nov-13	157	105	24	599
07-nov-13	143	100	26	515
08-nov-13	227	170	56	734
09-nov-13	224	163	48	763
10-nov-13	245	179	53	826
11-nov-13	184	136	43	602
12-nov-13	152	110	32	521
13-nov-13	110	71	15	436
14-nov-13	394	300	111	1,230
15-nov-13	413	312	110	1,320
16-nov-13	375	285	107	1,161
17-nov-13	298	225	81	936
18-nov-13	327	249	92	1,018
19-nov-13	391	297	108	1,235
20-nov-13	403	303	102	1,206
21-nov-13	366	272	85	1,214
22-nov-13	133	96	27	457
23-nov-13	72	46	9	291

24-nov-13	129	90	22	468
25-nov-13	105	71	16	392
26-nov-13	146	102	25	529
27-nov-13	106	74	19	382
28-nov-13	246	183	60	802
29-nov-13	359	271	95	1,147
30-nov-13	299	226	81	947
01-dic-13	308	234	86	966
02-dic-13	297	220	72	968
03-dic-13	839	626	205	2,758
04-dic-13	745	560	191	2,300
05-dic-13	256	187	57	860
06-dic-13	354	270	101	1,104
07-dic-13	277	209	74	879
08-dic-13	220	164	53	719
09-dic-13	162	119	36	543
10-dic-13	59	32	4	276
11-dic-13	140	101	29	478
12-dic-13	218	164	55	703
13-dic-13	364	275	97	1,160
14-dic-13	261	196	67	840
15-dic-13	109	64	11	469
16-dic-13	142	94	21	546
17-dic-13	228	169	56	738
18-dic-13	329	250	92	1,028
19-dic-13	375	284	102	1,184
20-dic-13	143	100	27	504
21-dic-13	338	252	82	1,106
22-dic-13	229	170	54	751
23-dic-13	150	108	31	510
24-dic-13	71	45	9	284
25-dic-13	72	47	9	285
26-dic-13	58	35	6	251
27-dic-13	93	62	14	351
28-dic-13	241	181	62	771
29-dic-13	354	269	100	1,103
30-dic-13	156	97	19	644
31-dic-13	458	348	129	1,422
01-ene-14	502	380	136	1,573
02-ene-14	472	355	124	1,495
03-ene-14	496	377	137	1,545
04-ene-14	681	511	172	2,210
05-ene-14	289	219	80	908
06-ene-14	126	88	23	448
07-ene-14	138	100	28	473
08-ene-14	174	125	35	603
09-ene-14	205	149	44	692
10-ene-14	243	180	57	798

11-ene-14	255	192	65	821
12-ene-14	242	179	56	800
13-ene-14	114	78	19	414
14-ene-14	187	136	41	626
15-ene-14	116	70	12	494
16-ene-14	212	156	49	698
17-ene-14	186	134	39	632
18-ene-14	252	191	67	799
19-ene-14	274	207	74	866
20-ene-14	257	194	67	824
21-ene-14	164	121	37	546
22-ene-14	231	171	53	771
23-ene-14	191	138	39	654
24-ene-14	168	119	31	595
25-ene-14	315	222	58	1,123
26-ene-14	267	200	67	863
27-ene-14	474	357	122	1,526
28-ene-14	526	400	147	1,646
29-ene-14	479	364	134	1,489
30-ene-14	835	626	211	2,698
31-ene-14	802	602	206	2,571
01-feb-14	820	615	208	2,652
02-feb-14	422	322	120	1,307
03-feb-14	397	302	112	1,240
04-feb-14	388	290	94	1,274
05-feb-14	252	184	54	855
06-feb-14	193	135	34	699
07-feb-14	141	100	26	502
08-feb-14	235	170	48	811
09-feb-14	288	212	65	962
10-feb-14	346	258	84	1,136
11-feb-14	191	142	46	624
12-feb-14	349	265	96	1,101
13-feb-14	330	251	92	1,033
14-feb-14	418	318	116	1,318
15-feb-14	362	275	102	1,127
16-feb-14	544	407	136	1,774
17-feb-14	517	388	129	1,690
18-feb-14	434	327	112	1,401
19-feb-14	364	274	93	1,172
20-feb-14	370	273	83	1,239
21-feb-14	150	109	32	506
22-feb-14	197	140	37	688
23-feb-14	296	209	53	1,060
24-feb-14	351	259	80	1,175
25-feb-14	535	399	129	1,764
26-feb-14	578	438	157	1,828
27-feb-14	514	391	143	1,610

28-feb-14	951	705	225	3,143
01-mar-14	243	160	36	928
02-mar-14	325	239	75	1,080
03-mar-14	598	453	162	1,889
04-mar-14	333	253	93	1,037
05-mar-14	247	186	64	792
06-mar-14	196	144	43	659
07-mar-14	214	148	36	784
08-mar-14	63	40	7	257
09-mar-14	63	39	7	262
10-mar-14	116	83	22	411
11-mar-14	289	213	65	967
12-mar-14	124	87	22	444
13-mar-14	309	233	83	984
14-mar-14	116	75	16	455
15-mar-14	416	315	111	1,327
TOTAL	53,691	39,821	13,151	177,062
TOTAL AMBOS POBLADOS	59,369	45,187	16,315	187,053