

TESIS DEFENDIDA POR

**César Guerrero Ávila**

Y APROBADA POR EL SIGUIENTE COMITÉ

---

Dr. Oscar Sosa Nishizaki

*Director del Comité*

---

Dra. Gisela Heckel Dziendzielewski

*Miembro del Comité*

---

Dr. Luis Alberto Delgado Argote

*Miembro del Comité*

---

Dr. Edgar Mauricio Hoyos Padilla

*Miembro del Comité*

---

Dr. Axayacatl Rocha Olivares

*Coordinador del programa de posgrado  
en Ecología Marina*

---

Dr. David Hilario Covarrubias Rosales

*Director de Estudios de  
Posgrado*

7 de marzo de 2011

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN SUPERIOR  
DE ENSENADA**



---

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

---

**EFFECTO DEL ECOTURISMO SOBRE EL COMPORTAMIENTO DEL TIBURÓN  
BLANCO (*Carcharodon carcharias*) EN LA COSTA ESTE DE ISLA  
GUADALUPE: ESTABLECIMIENTO DE LA LÍNEA BASE.**

**TESIS**

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de  
**MAESTRO EN CIENCIAS**

Presenta:

**CÉSAR GUERRERO ÁVILA**

Ensenada, Baja California, México, Marzo de 2011.

**Resumen** de la tesis de **César Guerrero Ávila**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en Ecología Marina. Ensenada, Baja California. Marzo de 2011.

**Efecto del ecoturismo sobre el comportamiento del tiburón blanco  
(*Carcharodon carcharias*) en la costa este de Isla Guadalupe:  
Establecimiento de la línea base.**

Resumen aprobado por:

---

Dr. Oscar Sosa Nishizaki  
Director de Tesis

La presencia de tiburón blanco durante los meses de julio a noviembre en Isla Guadalupe, ha permitido el desarrollo del ecoturismo para su observación a través de buceo en jaulas, desde el año 2000. Durante el desarrollo de esta actividad se hace uso de carnada y pedacera de pescado, lo cual ha generado una serie de preguntas sobre las posibles alteraciones del comportamiento de los tiburones. En la isla existe una población aproximada de 70 personas dedicadas a la pesca de langosta, abulón y pepino de mar, los cuales reportan un aparente incremento en los encuentros de los pescadores con tiburones. El objetivo de la presente tesis fue establecer la línea base que permita entender si existe un efecto sobre la especie consecuencia de las actividades turísticas. Se implementaron dos metodologías: evaluación de comportamiento por etogramas con observaciones desde tierra y la aplicación de encuestas a la comunidad de pescadores locales para evaluar el grado de aceptación del ecoturismo. Durante 14 días de muestreo efectivo entre los meses de julio a noviembre de 2009, se lograron 108 horas de observación, registrando 128 avistamientos de tiburones y 32 de embarcaciones, se desarrolló un etograma con 11 patrones de comportamiento, obteniéndose 406 registros de unidades de comportamiento. Y se logró entrevistar a 28 pescadores locales. Se identificaron diferencias entre el comportamiento de los tiburones dependiendo de si interactuaban o no con las embarcaciones ecoturísticas. Los tiburones sin interacción presentaron un comportamiento de nado de crucero o búsqueda, mientras que los tiburones con interacción presentaron un comportamiento asociado al estímulo de la carnada, con movimientos de acecho y ataque. Sin embargo, no se observó ningún ataque a humanos o evento de depredación natural durante el periodo de muestreo. Mediante las entrevistas se registró que el 85% de los entrevistados afirman no saber de ningún ataque de tiburón blanco en la isla y que la mayoría de ellos no rechaza las actividades ecoturísticas, sin embargo refieren a un mejor manejo de la actividad y solicitan algún grado de participación en la misma.

**Palabras Clave:** Tiburón blanco, Isla Guadalupe, ecoturismo, comportamiento.

**Abstract** of the thesis presented by **César Guerrero Ávila** as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in Marine Ecology). Ensenada, Baja California, México. March 2011.

**Effect of ecotourism on the behavior of the white shark  
(*Carcharodon carcharias*) in the northeast coast of Isla Guadalupe México:  
the baseline establishment.**

Guadalupe Island has become an important cage diving site for observation of white sharks. Where tourist boats throw chum and use hand baits to attract the sharks close to the cages. However, concern has been raised over this activity by the local fishermen; they argue that there has been a change in shark behavior. With the goal to establish the baseline for understanding whether there is an effect on the species due to tourism activities, two methodologies were implemented: To describe the behavior of the White shark and the interface with the touristic vessels, observations from land were set up from a high site in front of the cage diving influence zone, together with the development of an ethogram for measuring the behaviors patterns, and in order to understand the perception of the touristic activities of white shark sighting with cage diving from the fishing community that live in the island, a semi-structured survey, with three planning axis was carried out: (1) Demographic aspect, with the aim of describe the population that interacts with touristic activities, (2) touristic activity perception, the acceptance or rejection of this activity and (3) the overlap of fishing work with fishing activities in the island. During 14 days of sampling between July and November of 2009, was achieved 108 hours of observation time, were recorded 128 sightings of sharks and 32 sightings of boats, were developed an ethogram with 11 behavior patterns, resulting in 406 records of units of behavior . Surveys were interview to 28 local fishermen. There were some differences between the behavior of sharks depending on whether interaction or not ecotourism boats. Sharks with out of interaction showed a behavior swimming type of cruising or searching, while the shark in interaction exhibited a behavior associated with the stimulation of the bait, with stalking and attacking was a behavior patterns most frequent. However, there was no attack on human or natural predation event during the sampling period. Through the interviews was recorded that 85% of respondents say they do not know of any white shark attack on the island and most of them accepted the ecotourism activities, however requested a better management of the activity with stricter regulation and request some part of participation in the ecotourism activities.

**Keywords:** White shark, Isla Guadalupe, Ecotourism, Behavior.

## Dedicatorias

---

**A los pilares de mi existir, mis padres: Triny y Alfredo**

**A mis hermanos y compadres: Alfredo, Omar y David**

**A mi hermosa impresionante: Ere**

**A la luz de mi vida: Ren**

**A la implacable Lupita y a mi hermoso y lastimado México...**

## Agradecimientos

---

Al Doctor Oscar Sosa Nishizaki por ser mi tutor, maestro y gran amigo, por ayudarme a canalizar mis locas ideas, por mostrarme el agreste camino de la ciencia y alimentar mi pasión por la ciencia, por esta gran oportunidad y por su invaluable conocimiento, experiencia, apoyo y amistad. Gracias mi Doc.

Al Doctor Mauricio Hoyos por compartirnos un fragmento de su sueño, por contagiarme su pasión por el Gran Blanco. Por los grandes momentos e impagable apoyo en la Isla, por facilitarnos su embarcación y equipo, por su consejo y amistad. Gracias Mau.

A la Doctora Gisela Heckel por brindarme su amistad, confianza y apoyo, por sus valiosas aportaciones al trabajo y por el material de campo que hizo posible gran parte de este trabajo.

Al Doctor Luis Delgado por aceptar ser miembro de mi comité y aportar valiosas ideas y críticas al trabajo.

A CICESE por abrirme sus puertas y permitirme ser parte de esta magnífica institución.

A CONACyT por su apoyo económico con la beca de maestría No. 268202.

Al programa de Posgrado en Ecología Marina por todo su apoyo y dirección.

Al Laboratorio de Ecología Marina del CICESE, por convertirse en mi segundo hogar y ser el lugar donde habita mi familia académica.

A la MC Carmen Rodríguez por todo su apoyo en la logística para la el trabajo en campo. Además del gran apoyo que nos han brindado toda su familia.

A Elvia Serrano por su apoyo en el área de oficinas, por su impresionante apoyo y su increíble facilidad para solucionar nuestros errores administrativos

A todos los grandes amigos con quienes compartí vivencias en la agreste Isla Guadalupe, a Omar Santana, Erick Oñate, Enrique “Quique” Hernández, Andrés González, Miguel Ángel “Miks” Escobedo, Luis Malpica, Arturo “Masao” Fajardo y Mónica Torres por sus consejos, críticas, regaños, enseñanzas y sobre todo por los magníficos momentos que compartimos. Mil gracias muchachos, hay miles de historias para contar.

Al “Capi” Ismael por todo su apoyo en la isla, por su conducción y paciencia en la panga y por su apoyo en de miles de contratiempos técnicos que supo solucionar al momento, me cae Capi que ni *Chuck Norris*. Gracias.

A Yolanda Schramm y su gran equipo de mastozoólogos, gracias por su ayuda en la Isla, gracias por ayudarme a combatir contra el profepo del mal.

A la Dirección de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe por financiar este estudio y darnos todas las facilidades para su desarrollo.

Al “Guadalupe Island Conservation Fund” por su contribución al financiamiento de este proyecto.

A la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Participación Estatal Abuloneros y Langosteros, S.C.L., por todas las facilidades que nos dieron en la isla y fuera de ella para la realización de este trabajo. En especial a todos los pescadores y sus familias quienes nos permitieron entrar en sus casas y ofrecieron todo su apoyo.

A la Secretaría de Marina y Armada de México un muy sincero agradecimiento por todas las autorizaciones y facilidades prestadas para viajar a y moverse en Isla Guadalupe, además de permitirnos usar sus instalaciones e infraestructura.

A la Secretaría de Gobernación en su unidad de gobierno para la administración del territorio insular nacional, por la autorización para realizar actividades de tipo científico en territorio insular nacional, oficio núm. DICOPPU/211/1240/09

A SEMARNAT a través de su Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental en la Dirección General de Vida Silvestre, por el permiso de investigación y colecta científica de flora y fauna silvestre en territorio nacional, con el oficio núm. SGPA/DGVS/03826/09

A la CONANP por su apoyo en la autorización para realizar actividades científicas en la zona de reserva, oficio núm. F00.RPBCPN.RBIG.-126/09

Al Dr. Michael Domeier y la Dra. Nicole Nasby Lucas el préstamo de equipo de grabación subacuático.

Al comité organizador del “International White Shark Symposium” por la beca que me permitió presentar mi trabajo en el simposio, y por supuesto conocer Hawái... **Mahalo!**

A mis compañeros de generación, la famosa familia incomoda, todos fueron una pieza estructural durante mi historia por estas tierras Bajas...

A Mago, mi colombiana favorita, gracias por esas hermosas tardes bohemias de buena conversa y magníficos vinos.

A mis hermanos de alma, Abi y Alex “Roomie” en verdad muchachos sin ustedes esto no hubiese sido lo mismo.

A la recién formada familia Guerrero Canales, por ayudarme a luchar contra corriente, por enseñarme lo valioso de la vida, por no dejarme caer en momentos de crisis, por los grandes momentos, por todo el amor sincero y por regalarnos la familia que nos merecemos. Ere, gracias por permitirme seguir buscando la forma de impresionar, a la impresionante. Te amo güera!

A mi hermosa Ren, por ser la luz de mi vida, por esos ojos hermosos y esa sonrisa constante, por partir mi secuencia en un instante y permitirme continuar con lo realmente valioso. Te amo pequeña.

A mis padres a quienes debo definitivamente todo, quienes no desesperan de mí por grandes que sean mis problemas. Gracias por enseñarme a luchar contra mis demonios. Gracias por mostrarme el norte y ayudarme a estar “Siempre en ruta, rumbo a la cumbre”...

A mis hermanos y ahora compadres, por sus invaluable consejos, por hacerme parte de este gran equipo, por su incondicional apoyo aun sin saber a qué carajo me dedico, ¿Que hacen los biólogos?... Gracias carnalitos.

**Por supuesto, gracias a la hermosa y majestuosa Isla Guadalupe, me diste mucho más que una maestría en ciencias...**

## Contenido

---

Resumen .....	i
Abstract .....	ii
Dedicatorias .....	iii
Agradecimientos.....	iv
Lista de figuras .....	ix
Lista de tablas .....	xii
<b>I. Introducción .....</b>	<b>1</b>
I.1 Ecología y Biología del tiburón blanco .....	6
I.2 Conservación y manejo .....	12
I.3 Interacciones con las pesquerías en Isla Guadalupe .....	15
<b>II. Hipótesis .....</b>	<b>17</b>
<b>III. Objetivos .....</b>	<b>18</b>
<b>IV. Material y métodos .....</b>	<b>19</b>
IV.1 Área de estudio .....	19
IV.2 Análisis de comportamiento de <i>Carcharodon carcharias</i> en interacción con actividades antropogénicas .....	25
IV.3 Percepción e interacción de la comunidad local.....	32
<b>V. Resultados .....</b>	<b>34</b>
V.1 Análisis de comportamiento de <i>Carcharodon carcharias</i> en interacción con actividades antropogénicas .....	34
V.2 Percepción e interacción de la comunidad local .....	45

---

## Contenido (Continuación)

---

<b>VI. Discusión .....</b>	<b>49</b>
<b>VII. Conclusiones.....</b>	<b>55</b>
<b>VIII. Bibliografía .....</b>	<b>57</b>
<b>IX. Anexo 1 .....</b>	<b>69</b>
IX.1 Cuestionario aplicado a pescadores de Isla Guadalupe, referente a la percepción sobre las actividades de buceo en jaula para la observación de tiburones blancos en la isla. ....	69

## Lista de figuras

---

- Figura 1.** Distribución mundial y sitios de agregación (estrellas), de *Carcharodon carcharias*, modificado de Compagno (2002). ..... **1**
- Figura 2.** Jaulas de aluminio reforzado, suspendidas en la popa de una embarcación de buceo turístico para la observación de tiburón blanco en Isla Guadalupe, México ..... **3**
- Figura 3.** Selección de presas por tiburón blanco según su desarrollo ontogénico, tomado de Long y Jones (1996)..... **8**
- Figura 4.** Esquema del patrón migratorio de los tiburones blancos marcados en Isla Guadalupe; A: Hawái, B: Sitio de agregación oceánico para la alimentación, SOFA, C: Isla Guadalupe (Domeier y Nasby-Lucas, 2008; Nasby-Lucas *et al.*, 2009)..... **9**
- Figura 5.** Localización geográfica y principales características de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe (García-Gutiérrez *et al.*, 2005; CONANP-SEMARNAT, 2009)..... **20**
- Figura 6.** Zona de distribución de *Carcharodon carcharias* y las colonias de pinnípedos que habitan Isla Guadalupe; A: *Carcharodon carcharias*; B: *Mirounga angustirostris*; C: *Zalophus californianus*; D: *Arctocephalus townsendi* (modificado de Gallo-Reynoso *et al.*, 2005)..... **22**
- Figura 7.** Rada Norte de Isla Guadalupe, en el mapa se indica el punto de observación en tierra y la zona delimitada por la RBIG para la observación de fauna silvestre a través de buceo en jaula (Batimetría calculada por cartas de navegación para pesca deportiva) ..... **24**
- Figura 8.** Punto de observación en tierra para el análisis de comportamiento del tiburón blanco en Isla Guadalupe (29° 09.066' N y 118° 17.217' O; 126 msnm a 100m de la línea de costa) ..... **26**

## Lista de figuras (Continuación)

---

- Figura 9.** Cálculo de geo-posición para los puntos observados, embarcaciones y tiburones, desde el punto de observación en tierra.  $\alpha$  y  $\alpha'$ = ángulo de la vertical obtenido con el teodolito digital. Co= cateto opuesto, Ca= cateto adyacente, h= hipotenusa..... **28**
- Figura 10.** Red de estaciones equidistantes (500 m eje norte-sur y 250 m eje este-oeste) utilizadas para caracterizar la batimetría en la zona de influencia de buceo en jaula para la observación de tiburón blanco en la rada noreste de Isla Guadalupe..... **29**
- Figura 11.** Batimetría calculada para la zona de influencia de actividades de buceo en jaula. Mediciones realizadas sobre una red de estaciones equidistantes ..... **30**
- Figura 12.** Zonas de descanso en tierra dentro de la zona de influencia de actividades de buceo en jaula con de tiburón blanco en Isla Guadalupe. En oscuro lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*), en claro elefante marino del norte (*M. angustirostris*)..... **31**
- Figura 13.** Promedio diario de avistamientos de tiburón blanco desde el punto de observación en la zona de influencia de las actividades de buceo en jaula en Isla Guadalupe, temporada 2009; a: Tiburones blancos; b: embarcaciones turísticas/de investigación ..... **35**
- Figura 14.** . Frecuencias totales de avistamientos de tiburones según la hora del día, en Isla Guadalupe durante la temporada de muestreo 2009 ..... **35**
- Figura 15.** Posición geográfica de los avistamientos de tiburones blancos (A, n=125) y embarcaciones turísticas o de investigación (B, n=30), en Isla Guadalupe, durante la temporada de muestreo 2009..... **36**
- Figura 16.** Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en Isla Guadalupe para el mes de agosto de 2009 ..... **38**

## Lista de figuras (Continuación)

---

- Figura 17.** Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en Isla Guadalupe para el mes de septiembre de 2009 ..... **39**
- Figura 18.** Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en Isla Guadalupe para el mes de octubre de 2009 ..... **40**
- Figura 19.** Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en Isla Guadalupe para el mes de noviembre de 2009 ..... **41**
- Figura 20.** Tipos de nado más frecuentes en los registros de comportamiento en tiburones blancos observados en la zona de influencia de actividades turísticas en Isla Guadalupe en la temporada 2009. A: Tiburones con algún tipo de interacción antropogénica; B: Tiburones sin ningún tipo de interacción antropogénica ..... **44**
- Figura 21.** Principales zonas y frecuencia de encuentros con tiburones en Isla Guadalupe durante las actividades de pesca comercial. Datos obtenidos mediante entrevistas a la comunidad de pescadores locales ..... **48**

## Lista de tablas

---

- Tabla I.** Características de los sitios de buceo para observación de tiburón blanco en el mundo, modificado de Iñiguez-Hernández (2008)..... **2**
- Tabla II.** Resumen de embarcaciones que en la temporada 2009 visitaron Isla Guadalupe, aquellas que realizan turismo comercial, turismo en viajes privados y las que cuentan con permiso para realizar actividades de carácter científico..... **4**
- Tabla III.** Especies de tiburones reportadas para Isla Guadalupe, registro por pesca incidental, pesca deportiva y buceo recreativo, Gallo-Reynoso *et al.*, 2005.....**7**
- Tabla IV.** Descripción de los patrones de comportamiento utilizados en el etograma para la interacción del tiburón blanco con las actividades de buceo en jaula en Isla Guadalupe. .... **42**
- Tabla V.** Frecuencia absoluta y relativa de los patrones de comportamiento del tiburón blanco en Isla Guadalupe, tanto en interacción con las actividades de buceo en jaula como sin interacción ..... **44**
- Tabla VI.** Resumen de las características demográficas de la comunidad de pescadores que habitan en Isla Guadalupe y su opinión respecto a la actividad turística de buceo en jaulas, -Aprueba, da acuerdo con la actividad turística, -No aprueba, en desacuerdo con la actividad turística y –Aprobación condicional, de acuerdo con la actividad pero con recomendaciones. .... **46**

## I. Introducción

---

El tiburón blanco, *Carcharodon carcharias*, es un depredador tope que habita las aguas oceánicas y costeras de todo el mundo. Normalmente se le encuentra en bajas densidades, no obstante, se han reportado sitios de agregación estacional, donde se encuentran poblaciones altamente localizadas con un alto grado de fidelidad al sitio (Figura 1; Tricas y McCosker, 1984; Klimley, 1985; Strong *et al.*, 1992; Klimley y Anderson, 1996; Compagno, 2002). Los sitios de agregación hasta ahora más estudiados se encuentran en la costa sur de Sudáfrica (Ferreira y Ferreira, 1996), Mar Mediterráneo y costa este del Océano Atlántico (Fergusson, 1996), Nueva Zelanda y sur de Australia (Strong *et al.*, 1996), Islas Farallón en California (Klimley *et al.*, 1992; Pyle *et al.*, 1996), y en Isla Guadalupe en México, donde es observado durante todo el año, con un pico de abundancia durante los meses de otoño (Weng *et al.*, 2007a; Domeier y Nasby-Lucas, 2008; Jorgensen *et al.*, 2010). Algunas de estas áreas de agregación han permitido el desarrollo de la actividad ecoturística del buceo en jaulas para la observación del tiburón blanco (Tabla I; Dobson, 2008).

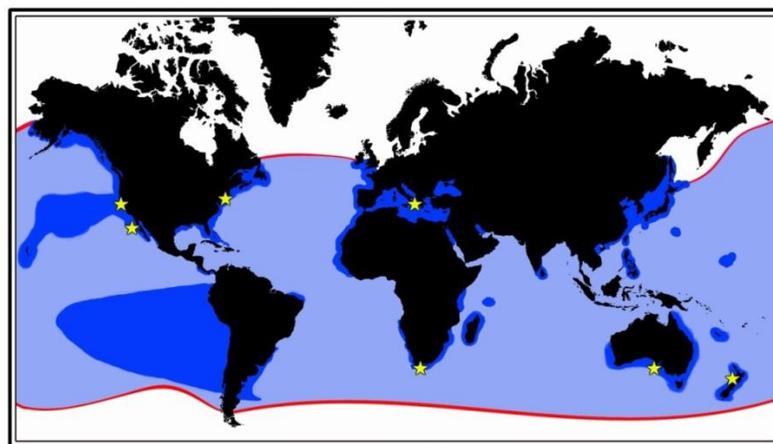


Figura 1. Distribución mundial y sitios de agregación (estrellas), de *Carcharodon carcharias*, modificado de Compagno (2002).

Tabla I. Características de los sitios de buceo para observación de tiburón blanco en el mundo, modificado de Iñiguez-Hernández (2008).

País	Sitio de buceo	Temp. (°C)	Visibilidad (m)	Temporada	Estatus de la zona	Duración viaje	Buzos por jaula	Jaulas por embarcación	Sistema de respiración
Sudáfrica	Shark Alley	16	7 a 8	Mayo- Octubre	Reserva Natural	4 hrs.	4 a 6	1	Libre, scuba y hooka
Sudáfrica	Isla Seal	20	20	Abril, Julio- Noviembre	Reserva Natural	4 hrs.	1 a 4	1	Hooka
Australia	Isla Neptuno	18	20	Junio- Septiembre	Parque para la Conservación	1-3 días	3 a 4	2	Hooka
EU	Isla Farallón	12	6	Septiembre- Noviembre	Santuario Marino	12 hrs.	4	1	Hooka
México	Isla Guadalupe	18	30	Agosto- Noviembre	Reserva de la Biosfera	5-10 días	2 a 5	2	Hooka

Desde el año 2000 un pequeño grupo de empresarios norteamericanos implementaron en Isla Guadalupe la observación de tiburón blanco mediante el buceo tipo “hookah” (compresor de aire en superficie), dentro de jaulas de aluminio reforzado, suspendidas en la popa o a los costados de una embarcación mayor (Figura 2; Johnson y Kock, 2006; RBIG-CONANP, 2007). Recientemente el número de embarcaciones que ofrecen este servicio ecoturístico se ha incrementado, así como el número de viajes que se realizan por temporada. Actualmente son 8 las empresas que ofrecen esta actividad en Isla Guadalupe con un promedio de 9.5 viajes por empresa por temporada (Tabla II; CONANP-SEMARNAT, 2009).

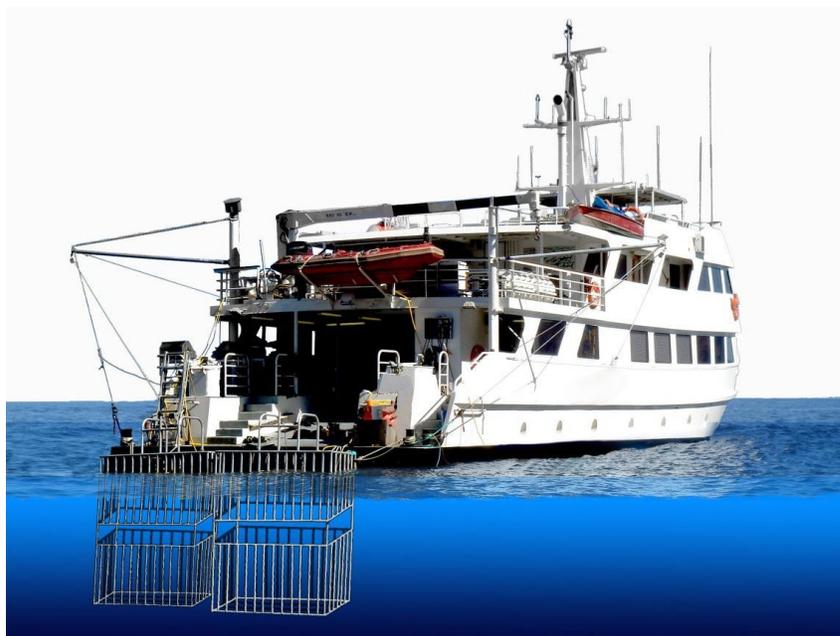


Figura 2. Jaulas de aluminio reforzado, suspendidas en la popa de una embarcación de buceo turístico para la observación de tiburón blanco en Isla Guadalupe, México.

El ecoturismo, como la observación de fauna silvestre, es una actividad cada vez más popular en todo el mundo (Orams, 2000). Si bien la observación de fauna silvestre puede ser una gran herramienta para la conservación, también permite que una actividad no extractiva genere grandes ingresos útiles en la aplicación de programas de evaluación, restauración y conservación (Miller, 1993). Asimismo, la observación de fauna silvestre también puede ser una fuente de efectos negativos tanto sobre la especie objetivo, como en el medio donde se realiza (Kruger, 2005).

Tabla II. Resumen de embarcaciones que en la temporada 2009 visitaron Isla Guadalupe, aquellas que realizan turismo comercial, turismo en viajes privados y las que cuentan con permiso para realizar actividades de carácter científico.

Embarcación	Bandera	Tipo de embarcación	Puerto de donde zarpa	Numero de viajes realizados por embarcación por mes					No. viajes
				Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	
I	Panameña	Turismo/comercial	Ensenada	1	6	6	3	0	16
II	Canadiense	Turismo/comercial	Ensenada	0	1	5	6	2	14
III	Mexicana	Turismo/comercial	Ensenada	0	0	0	2	3	5
IV	EU	Turismo/comercial	Ensenada	0	0	2	2	0	4
V	EU	Turismo/comercial	San Diego	1	3	4	0	0	8
VI	EU	Turismo/comercial	San Diego	0	3	5	2	0	10
VII	EU	Turismo/privado	San Diego	0	0	0	1	0	1
VIII	EU	Turismo/privado	San Diego	0	0	0	1	0	1
IX	EU	Turismo/privado	San Diego	0	0	1	0	0	1
X	EU	Ciencia	San Diego	0	0	0	0	1	1
XI	EU	Ciencia	San Diego	1	0	0	0	0	1
Totales				3	13	23	17	6	62

La práctica del buceo en jaula para observación de tiburón blanco conlleva un riesgo inherente, debido a que la observación de depredadores en su ambiente natural es particularmente difícil por lo cual se ha recurrido a la provisión de alimento (cebado), para lograr la atracción de los organismos y aumentar la probabilidad de encuentro. El cebado genera una perturbación en los organismos que puede crear un condicionamiento positivo o negativo ante la actividad, así como afectaciones en el balance energético de la especie y una disminución en la depredación natural. Otros posibles efectos son las posibles alteraciones en cascada “*top-down*” en la comunidad, un incremento en la agregación intraespecífica que conlleva alteraciones en el estado físico y fisiológico de espáncielos organismos, hasta la pérdida de la precaución natural ante los humanos y la asociación de éstos con el alimento. Asimismo, con el uso del cebado puede haber una transmisión de enfermedades a los tiburones a través de la carnada ofrecida o accidentes causados por la práctica de la actividad misma (Johnson y Kock, 2006; Laroche *et al.*, 2007).

Desde principio de los años cincuenta Isla Guadalupe ha sido habitada por un grupo de pescadores dedicados a la captura y extracción de langosta espinosa (*Panulirus interruptus*), varias especies de abulón (*Haliotis* sp.) y recientemente pepino de mar (*Parastichopus parvimensis*). Dicha extracción se realiza por medio de trampas (langosta) y buceo tipo hookah (abulón y pepino de mar) alrededor de toda la isla y durante gran parte del año. El buceo ecoturístico de observación de tiburón blanco ha generado inquietudes sobre la probabilidad de ataques de tiburones blancos sobre los pescadores locales, como resultado de un acondicionamiento de estos tiburones, provocando una posible asociación al humano como fuente de alimento (Cobos-Terrazas, 2007).

Pyle *et al.* (2003); Kock (2005) y Laroche *et al.* (2007), para entender el comportamiento de los tiburones blancos y su interacción con las actividades humanas, implementaron programas de observación desde puntos elevados en tierra, combinados con análisis de los movimientos locales de los tiburones a través del uso de marcas acústicas. Estos trabajos han demostrado que una actividad de buceo en jaula bien regulada no representa un peligro para el humano. Sugieren que es poco probable que los tiburones relacionen la figura de una embarcación con la presencia de cebo y de un humano, en el corto plazo. Si esta asociación hubiese sido positiva, se incrementaría el riesgo de que otros usuarios del océano, como buzos, nadadores o surfistas fuesen atacados como consecuencia del condicionamiento positivo al asociar humano-cebo.

No obstante, estos autores dejan ver que las afectaciones ecológicas o biológicas de la actividad ecoturística sobre los tiburones blancos y sus interacciones interespecíficas, no son tan fáciles de evaluar y aún se desconoce el grado de afectación que pudiera ocurrir sobre ellas a largo plazo.

En esta tesis se presenta el análisis de observaciones en campo del comportamiento del tiburón blanco en Isla Guadalupe durante la temporada 2009, que permiten establecer la línea base en el entendimiento de los efectos que

tienen sobre esta especie las actividades eco- turísticas de buceo en jaula. Asimismo, se presenta el análisis de la apreciación de esta actividad ecoturística por parte de los pescadores que habitan la isla, tomando en cuenta el grado de aceptación y rechazo debido al factor de riesgo inherente a su actividad pesquera.

### **I.1 Ecología y biología del tiburón blanco**

Isla Guadalupe se encuentra al occidente de la península de Baja California. La isla está orientada en un eje norte-sur en el área influenciada por la Corriente de California (CC). Esta corriente transporta aguas frías, ricas en nutrientes y de baja salinidad provenientes del subártico. Al interactuar con el sistema de vientos local y la geomorfología propia de la isla, la corriente genera puntos de surgencias y remolinos a diferentes profundidades, que transportan a la superficie los nutrientes necesarios para la red trófica que caracteriza la isla (García-Gutiérrez *et al.*, 2005; Hernández de la Torre *et al.*, 2005; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005).

Aunque esta red trófica es muy compleja, y escasamente estudiada, se tiene el registro de diecisiete especies de tiburones que habitan la isla temporal o permanentemente (Tabla III). Una de esas especies es el tiburón blanco, del cual no se ha podido aclarar por qué se congrega en Isla Guadalupe. Existe la teoría de que utiliza la isla como una zona de alimentación durante su ruta migratoria. Sin embargo en el presente trabajo no se registró ningún evento de depredación natural, Hoyos-Padilla durante sus estancias en la isla (2004 a 2010) ha registrado un considerable número de eventos de depredación sobre juveniles de pinnípedos y otras especies que habitan la isla (Hoyos-Padilla, 2009).

Tabla III. Especies de tiburones reportadas para Isla Guadalupe, registro por pesca incidental, pesca deportiva y buceo recreativo (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005).

Nombre Común	Nombre científico
Tiburón cornudo	<i>Heterodontus francisci</i> (Girard, 1854)
Tiburón mamón	<i>Mustelus californicus</i> Gill, 1864
Tiburón leopardo	<i>Triakis semifasciata</i> Girard, 1854
Tiburón toro	<i>Carcharhinus leucas</i> (Valenciennes, 1839)
Tiburón de puntas blancas oceánico	<i>Carcharhinus longimanus</i> (Poey, 1861)
Tintorera	<i>Galeocerdo cuvier</i> (Péron y Lesueur, 1822)
Tiburón azul	<i>Prionace glauca</i> (Linnaeus, 1758)
Tiburón martillo	<i>Sphyrna</i> sp.
Tiburón blanco	<i>Carcharodon carcharias</i> (Linnaeus, 1758)
Tiburón mako	<i>Isurus oxyrinchus</i> Rafinesque, 1810
Tiburón sacabocados	<i>Isistius brasiliensis</i> (Quoy y Gaimard, 1824)
Tiburón de clavos	<i>Echinorhinus cookei</i> (Pietschmann, 1928)
Peje gato globo	<i>Cephaloscyllium ventriosum</i> (Garman, 1880)
Tiburón gambuso	<i>Carcharhinus obscurus</i> (Lesueur, 1818)
Tiburón salmón	<i>Lamna ditropis</i> (Hubbs y Follet, 1947)
Tiburón dormilón	<i>Somniosus pacificus</i> (Bigelow y Schroeder, 1944)
Cazón espinoso	<i>Squalus acanthias</i> Linnaeus, 1758

Este comportamiento es consistente con la alta concentración de presas potenciales, tanto como para juveniles y adultos, que se encuentran en la isla (Figura 3; Ellis y McCosker, 1991; Long, 1996; Long y Jones, 1996), como: los peces pelágicos de gran tamaño, atunes (*Thunnus alalunga*, *Thunnus albacares*, *Euthynnus lineatus* y *Katsuwonus pelamis*), jurel aleta amarilla (*Seriola lalandi*) y peto (*Acanthocybium solanderi*); algunas especies de calamares (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005), y algunas especies de tortugas y aves marinas, que también han sido reportadas como parte de la dieta del tiburón blanco (Fergusson *et al.*, 2000; Johnson *et al.*, 2006b). Además, en la isla se encuentra una importante comunidad de mamíferos marinos como el elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*), el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*), el lobo marino de California (*Zalophus californianus*) y algunas especies de cetáceos (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005; Gallo-Reynoso y Figueroa-Carranza, 2005).

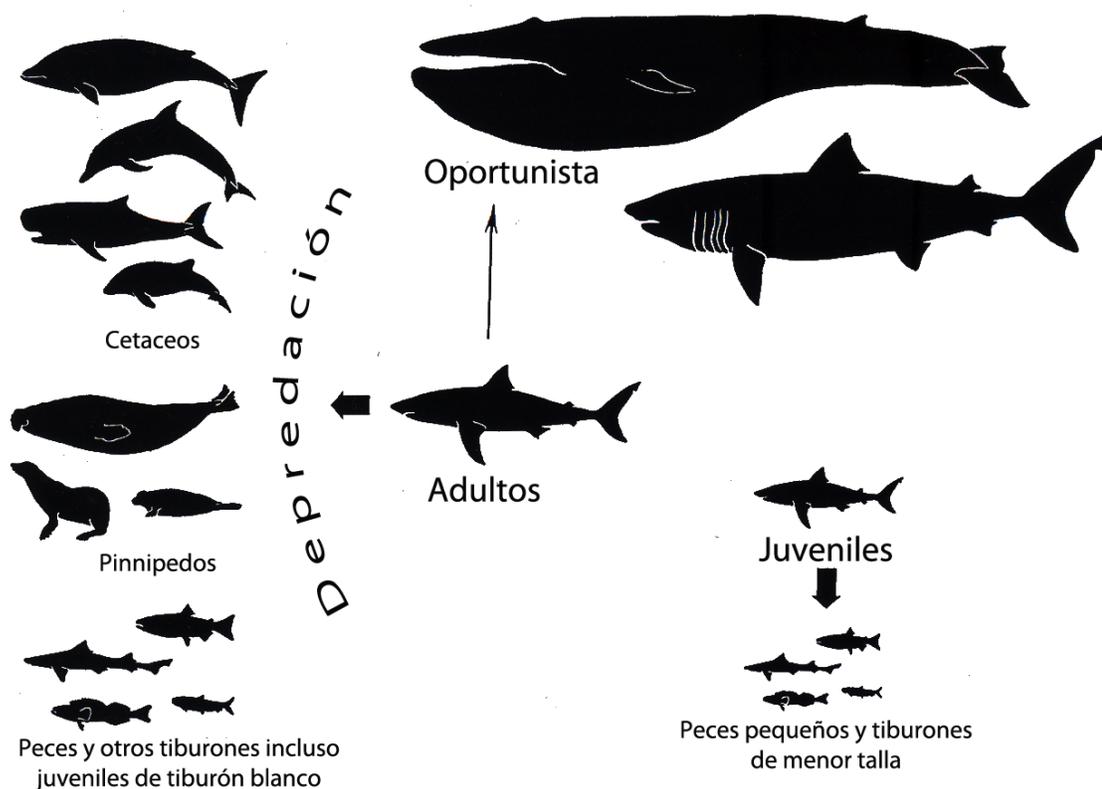


Figura 3. Selección de presas por tiburón blanco según su desarrollo ontogénico, tomado de Long y Jones (1996).

La interacción del tiburón blanco con sus presas, le confiere un papel muy importante en la estabilidad del ecosistema marino. Como depredador tope, cualquier variación en su dinámica poblacional tiene repercusiones en la estabilidad ecológica de sus de sus presas (ej. distribución, abundancia, reclutamiento, efecto “*top-down*”; Baum y Worm, 2009). Los depredadores tope son más vulnerables a las alteraciones de su dinámica poblacional, ya que su baja densidad, lento crecimiento, madurez tardía y bajo potencial reproductivo, los coloca en una situación particularmente frágil. Si bien la alta concentración de presas potenciales de tiburón blanco fortalece la teoría de que se encuentra en la isla principalmente para alimentarse, algunos trabajos recientes, que analizaron las preferencias alimentarias y zonas de alimentación de los tiburones blancos que

se agregan en Isla Guadalupe, sugieren otro tipo de comportamiento. Usando la técnica de isótopos estables Malpica-Cruz (2009) encontró que los tiburones de Isla Guadalupe pertenecen a un alto nivel trófico y sugiere que los tiburones debieron de haberse alimentado en una zona oceánica previa a su llegada a la isla. Domeier y Nasby-Lucas (2008) analizaron los movimientos de los tiburones utilizando telemetría satelital por un período de 8 años (2000 a 2007), encontrando que los tiburones de Isla Guadalupe realizan migraciones estacionales desde la isla hasta Hawái; ubicando tres sitios de agregación estacional a lo largo de esta migración, Isla Guadalupe, Hawái y una región pelágica en el Pacífico oriental. Más tarde en el 2009, Nasby-Lucas *et al.* sugieren que esta zona podría ser un sitio de agregación compartido, usado para la alimentación oceánica en su ruta migratoria denominándola como SOFA por sus siglas en inglés (Shared Offshore Foraging Area, Figura 4; Domeier y Nasby-Lucas 2008). Se le conoce como otro sitio de agregación compartido debido a que tiburones marcados en las costas de California también visitan esta región pelágica, aunque no así Isla Guadalupe (Le Boeuf, 2004; Weng *et al.*, 2007a; Jorgensen *et al.*, 2010).

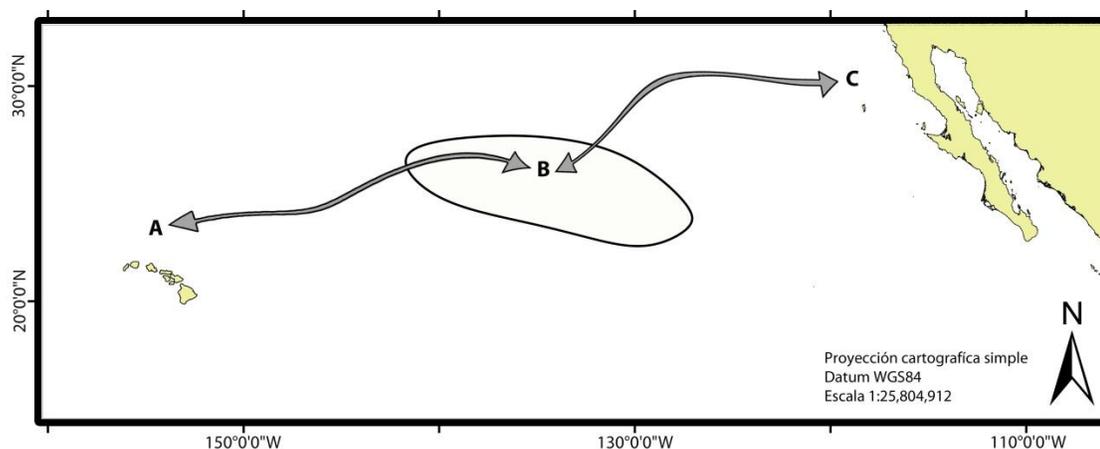


Figura 4. Esquema del patrón migratorio de los tiburones blancos marcados en Isla Guadalupe; A: Hawái, B: Sitio de agregación oceánica para la alimentación, SOFA, C: Isla Guadalupe (Domeier y Nasby-Lucas, 2008; Nasby-Lucas *et al.*, 2009).

La capacidad del tiburón blanco de realizar movimientos migratorios a gran escala ha sido reportada en otras partes del mundo. Bonfil *et al.* (2005) demostraron una migración a través del Océano Índico desde Sudáfrica hasta la costa oeste de Australia, por medio de marcaje satelital. Usando la misma técnica, Bruce *et al.* (2006) demostraron que existe una migración desde el sur de Australia hasta Nueva Zelanda. Estos movimientos le confieren a la especie una capacidad de dispersión a grandes distancias, sin embargo también se ha demostrado que *Carcharodon carcharias* es una especie con un comportamiento filopátrico muy marcado, observando que las hembras regresan a donde probablemente sea el sitio donde nacieron (Strong *et al.*, 1992; Strong *et al.*, 1996; Domeier y Nasby-Lucas, 2007; Domeier y Nasby-Lucas, 2008; Jorgensen *et al.*, 2010).

Se han descrito tres poblaciones genéticamente aisladas para esta especie (1) Australia/Nueva Zelanda, (2) Sudáfrica y (3) Pacífico Noreste (Pardini *et al.*, 2001; Gubili *et al.*, 2010). Se conoce poco sobre el tamaño poblacional de estos grupos y algunos intentos por estimar su tamaño carecen de precisión debido a las bajas tasas de recaptura en el marcaje convencional (Cliff *et al.*, 1996). Sin embargo, recientemente se han hecho esfuerzos utilizando técnicas de marcaje y recaptura por foto-identificación y modelos estadísticos más eficientes para estimar de manera más confiable el tamaño poblacional en algunas regiones del planeta. Chapple *et al.* (2010) estimaron el tamaño poblacional para los tiburones que habitan la costa central de California en 251 individuos. Sosa-Nishizaki *et al.* (2010), mediante un experimento de marcado y recaptura a través de un modelo de máxima verosimilitud, estimaron el tamaño poblacional para los tiburones de Isla Guadalupe en 133 individuos. En cualquiera de los casos se entiende una población de un orden de magnitud menor al de otras especies de grandes depredadores marinos que se encuentran bajo regulación y protección actualmente.

Algunos estudios en el sur de Australia y el Pacífico Noreste han determinado la longitud total (LT) para la especie entre los 450 a los 640 cm (Calliet *et al.*, 1985; Bruce, 1992; Francis, 1996). Con estos trabajos se ha determinado que la talla de nacimiento puede variar entre los 120 y 150 cm LT, donde las hembras alcanzan su madurez sexual entre los 450 y 500 cm LT, con un mecanismo reproductivo a base de “viviparidad aplacentaria” con una fertilidad de 10 a 14 crías (Francis, 1996). En cambio, para los machos la talla de madurez sexual se ha estimado alrededor de 370 cm LT (Pratt, 1996). Estas características denotan una especie longeva de talla elevada, lento crecimiento y baja fertilidad, lo que en conjunto describen a una especie vulnerable y susceptible a la sobre explotación pesquera, razón por la cual actualmente se encuentra bajo un régimen de protección a nivel mundial.

Los patrones de movimiento a menor escala del tiburón blanco han sido caracterizados con base en el uso de marcas ultrasónicas que ayudan a describir su desplazamiento tanto horizontal como en la columna de agua (Klimley *et al.*, 2001; Klimley *et al.*, 2002). Hoyos-Padilla (2009) describió los patrones de comportamiento de 6 tiburones con marcas ultrasónicas en las costas de Isla Guadalupe. Encontró que los tiburones semi-adultos realizan movimientos horizontales próximos a la línea de costa y en rangos espaciales más reducidos, lo que interpretó como un posible comportamiento de protección en áreas de crianza secundarias. Los adultos en cambio realizaron movimientos un poco más alejados de la línea de costa durante el día, donde posiblemente se encuentran en búsqueda de presas potenciales; mientras que durante la noche sus movimientos se limitaron a zonas cercanas a la costa. Para los tiburones adultos, describió dos tipos de movimientos horizontales, uno que nombró como “movimientos de barrido” cerca de la costa y otro como “excursiones alejándose y regresando” a la isla.

Para describir el comportamiento de esta especie en interacción con sus presas, se han realizado observaciones directas desde puntos estratégicos en tierra (Klimley *et al.*, 1992; Le Boeuf, 2004), con el fin de producir etogramas que describan los patrones específicos de comportamiento. También su comportamiento se ha estudiado a través de observaciones directas desde jaulas sumergibles y buceo, lo que ha permitido describir el comportamiento alimentario de la especie y catalogarlo como una especie cautelosa e inquisitiva (Gabriotti y De Maddalena, 2004). La observación del comportamiento desde embarcaciones ha sido usada para describir sus patrones de comportamiento durante interacciones con presas o mediante el uso de carnadas y señuelos. Strong (1996) utilizó esta técnica para describir la “Apertura Aérea Repetitiva” (RAP por siglas en inglés) donde el tiburón blanco saca la cabeza del agua y abre las mandíbulas repetidamente. Este comportamiento lo atribuye al intento por reducir agresión intraespecífica tras un evento de alimentación fallido.

## **I.2 Conservación y manejo**

Si bien la pesca comercial dirigida sobre esta especie ha sido nula o muy escasa, el tiburón blanco ha sido sometido durante mucho tiempo a una presión de pesca deportiva y pesca furtiva, que ha generado un mercado importante sobre sus mandíbulas, dientes y aletas. Shiviji *et al.* (2005) usando marcadores moleculares, encontraron que existe un importante comercio ilegal de aletas de tiburón blanco en el mercado internacional. Una aleta de un tiburón blanco, de gran tamaño (5-6 m LT) puede llegar a costar mil dólares en el mercado ilegal. Un solo diente puede ofertarse hasta en \$10,000 dólares, mientras que el precio por una mandíbula completa oscila entre los \$20,000 y \$50,000 dólares (Fergusson *et al.*, 2005). Además, los juveniles y algunos adultos de tiburón blanco son capturados de forma incidental en artes de pesca dirigidas a otras especies de peces óseos y elasmobranquios (Dewar *et al.*, 2004; Weng *et al.*, 2007b; Santana-Morales, 2008). Particularmente en Sudáfrica se analizaron los registros de captura incidental en chinchorro playero de 1974 a 2005. Se encontró que existe

una presión pesquera sobre juveniles de tiburón blanco entre los 180 y 200 cm de longitud total, siendo de 20 organismos por cada 500 arrastres con un periodo de captura entre febrero y marzo (Lamberth, 2006).

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) en su lista roja de especies amenazadas cataloga al tiburón blanco como "vulnerable". En California a partir de 1997 fue prohibida completamente la captura de tiburón blanco en aguas estatales (Heneman y Glazer, 1997). En Australia desde 1999, también se ha catalogado como vulnerable por el departamento de Protección al Ambiente y Conservación de la Biodiversidad (EPBC por sus siglas en inglés). En Sudáfrica existen planes de manejo y regulación muy estricta pues existe un traslape entre la zona de mayor distribución para esta especie y zonas de mayor afluencia recreativa, lo que ha generado que exista un mayor número de ataques a humanos. En el período de 1960 a 2005 se registraron 25 ataques de los cuales 4 fueron letales (Clif, 2006).

En México, el tiburón blanco, se encuentra catalogado como "especie amenazada no endémica" según la Norma Oficial Mexicana 059 de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (NOM-059-SEMARNAT-2001). La NOM-029-PESC-2007 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), prohíbe la captura dirigida sobre tiburón blanco en cualquiera de sus estadios de desarrollo, y en el caso de ser capturado incidentalmente, prohíbe la retención del espécimen o de alguna de sus partes, así como su comercialización.

Otros instrumentos como los santuarios marinos han contribuido a la conservación del tiburón blanco. Con el fin de prevenir la interferencia sobre comportamiento alimentario natural del tiburón blanco, en marzo de 2009 el Santuario Marino Natural del Golfo de Los Farallones en California (SMNGF) extendió las regulaciones existentes e implementó nuevas medidas en torno a esta especie. Éstas son aplicables a todas las embarcaciones, sea con fines de

investigación, recreación o pesca comercial y prohíben, entre otras cosas, la aproximación a menos de 50 m de un organismo, así como, la atracción por cualquier medio (cebado mediante vertidos, carnadas naturales o sintéticas o la utilización de medios acústicos; SMNGF, 2008).

El 25 de abril de 2005 fue publicado en el Diario Oficial de la Nación el decreto que confiere a Isla Guadalupe la calidad de Reserva de la Biosfera, con el nombre oficial de “Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe” (RBIG) y un polígono de protección de 476,971.2 hectáreas de superficie entre zona núcleo y zona de amortiguamiento, esta última principalmente marina. Desde entonces se han implementado medidas de regulación sobre las actividades extractivas y no extractivas de los recursos naturales en la isla. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) a través de la Secretaría de Marina y Armada de México (SEMAR) actualmente prohíbe verter o arrojar atrayentes de cualquier tipo, a fin de atraer a los tiburones o cualquier otro organismo con fines recreativos, científicos o comerciales (CONANP-SEMARNAT, 2009).

En Isla Guadalupe la dirección de la RBIG implementó desde la temporada de 2006 un Programa de Observadores a bordo de las embarcaciones turísticas que visitan la isla para la observación de tiburón blanco. Los observadores son reclutados principalmente a través del programa de voluntarios de la CONANP (<http://www.conanp.gob.mx/dcei/voluntarios/index.htm>), y la participación de estudiantes de centros de investigación y universidades de la región ha sido importante. Para poder realizar su trabajo e informarlo, los observadores hacen uso de bitácoras presentadas como formatos de reportes de actividades. A pesar de algunos problemas que se han detectado en el análisis de estas bitácoras, el programa de observadores hasta ahora ha cumplido con la función principal de un programa de este tipo, que es la observación de las actividades de buceo. Esto ha permitido a la dirección de la RBIG tener una mayor presencia y mantener un cierto control de la actividad, además de conocer la frecuencia, tipo y forma del uso de la carnada y atrayentes derivados de productos de pescado (*Chum*) para la

realización de esta actividad. Asimismo, arroja información muy valiosa sobre las áreas de observación utilizadas por las embarcaciones turísticas en la Isla que incluyen: localización geográfica, profundidades de fondeo, factores oceanográficos, tiempo de avistamiento, tiempo de uso de jaulas por los turistas, tiempo de buceo, número de veces que se observó a los tiburones en superficie, características morfológicas y en algunos casos sexo y talla de los organismos, además de que nos da una idea de la nacionalidad y origen de los turistas que hacen uso del servicio (CONANP-SEMARNAT, 2009).

### **I.3 Interacciones con las pesquerías en Isla Guadalupe**

En Isla Guadalupe operan los pescadores pertenecientes a la Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera de Participación Estatal Abuloneros y Langosteros, S.C.L. dedicados a la captura y extracción de langosta espinosa (*Panulirus interruptus*), varias especies de abulón (*Haliotis sp.*) y recientemente pepino de mar (*Parastichopus parvimensis*). Dicha extracción se realiza por medio de trampas (langosta) y buceo tipo hookah (abulón y pepino de mar) alrededor de toda la isla y durante gran parte del año. Hasta el momento no existe un análisis formal que evalúe la interacción de los pescadores con los tiburones blancos. Tampoco se ha evaluado si ha ocurrido un incremento en la frecuencia de encuentros de los pescadores con los tiburones desde que las actividades turísticas dieron comienzo. No obstante, sólo se tiene registro de dos ataques de tiburones en la Isla, uno en 1973 y otro en 1984, ambos sobre buzos de pesca deportiva que se encontraban realizando su actividad capturando peces con arpón (McCosker y Lea, 1996; Collier, 1992), donde las presas de pesca sujetas al cinturón de buceo, jugaron el papel de cebo. Se debe hacer hincapié que no existía un cebado dirigido hacia el tiburón blanco todavía, ya que la actividad ecoturística dio inicio en el año 2000.

En respuesta a la preocupación tanto para la conservación y protección del tiburón blanco, así como para salvaguardar la seguridad de los pescadores locales, en el 2006 la CONANP, a través de la RBIG dio inicio al programa voluntariado de observadores a bordo de las embarcaciones que realizan buceo en jaula. Como ya se mencionó este programa reúne información importante y se espera que a través del tiempo los datos adquieran una mayor robustez científica tanto de comportamiento, distribución y abundancia de los tiburones como de la percepción e interacción de los pescadores locales ante las actividades turísticas. Esto implica la imperiosa necesidad de establecer una línea base para el monitoreo de esta especie en interacción con las actividades turísticas que suceden en la reserva.

Para responder a las interrogantes ecológicas que existen en torno a las actividades de buceo en jaula en Isla Guadalupe, la CONANP, a través de la dirección de la RBIG, solicitó al Laboratorio de Ecología Pesquera del CICESE: 1) un estudio que establezca la línea base que permita monitorear la abundancia y distribución espacio temporal de esta especie y 2) un análisis preliminar del comportamiento del tiburón y los posibles efectos del turismo de observación de tiburones desde jaulas de superficie sobre la ecología y etología de esta especie.

En este trabajo se resumen los resultados obtenidos del trabajo de campo en Isla Guadalupe durante la temporada de observación en jaula del 2009 en lo referente a: 1) las alteraciones etológicas sobre el tiburón blanco, 2) la interacción y percepción de la comunidad de pescadores locales con esta especie, 3) un análisis de la bibliografía científica referente al tema y 4) la integración de sugerencias para la implementación de medidas de manejo y regulación de dicha actividad.

## II. Hipótesis

---

- 1) Al utilizar un cebo (carnada o pedacería de pescado) como estímulo para la atracción de los tiburones, las actividades ecoturísticas de buceo en jaula para la observación de tiburones blancos producen un cambio inmediato en el comportamiento del tiburón, el cual puede llevar a un condicionamiento positivo en el comportamiento de los tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) que habitan Isla Guadalupe.
  
- 2) Las actividades ecoturísticas de buceo en jaula para la observación de tiburones blancos, al interactuar con las actividades de pesca de Isla Guadalupe, crean una actitud opositora por parte de los pescadores locales, ya que el cebado de los tiburones es considerado como un riesgo para la pesca por buceo.

### III. Objetivos

---

#### **Objetivo General**

Analizar los efectos de las actividades ecoturísticas (observación de tiburones con buceo en jaulas) en los tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) de Isla Guadalupe y la percepción de la comunidad local de pescadores, para establecer una línea base que permita dar un seguimiento futuro.

#### **Objetivos Particulares**

Evaluar las alteraciones etológicas de tiburones blancos causadas por sus interacciones con el buceo ecoturístico en jaula, en la costa noroeste de Isla Guadalupe.

Evaluar el grado de interacción y percepción de la comunidad local ante las actividades de buceo en jaula para la observación de tiburones blancos (*Carcharodon carcharias*) en la costa noreste de Isla Guadalupe.

## IV. Material y métodos

---

### IV.1 Área de estudio

Isla Guadalupe se centra sobre las coordenadas 29.0528° Norte y 118.3041° Oeste y representa la porción territorial más occidental de la República Mexicana. Se encuentra aproximadamente a 260 kilómetros frente a la península de Baja California (García-Gutiérrez *et al.*, 2005; CONANP-SEMARNAT, 2009). Está situada sobre la región sur de la Corriente de California lo que le confiere aguas frías de bajas salinidades provenientes de altas latitudes (Lynn y Simpson, 1987). La isla es un cono volcánico de formación basáltica desarrollado sobre el extremo norte de la Dorsal Pacífico Oriental fósil (Delgado-Argote *et al.*, 1993), Según Engel y Engel (1971, citado por Batiza, 1977), las rocas alcalinas más antiguas reportadas para Guadalupe datan de hace 7 Ma, aunque la actividad de dispersión de la Dorsal Pacífico Oriental fósil cesó hace aproximadamente 11 Ma (Lonsdale, 1991). Tiene una superficie aproximada de 250,000 ha y una longitud máxima en su eje N-S de 36 km y 12 km en su eje E-O (García-Gutiérrez *et al.*, 2005). La altura aproximada desde su base es de 5800 m con respecto al nivel medio del piso oceánico, de los cuales 1300 m emergen sobre el nivel medio del mar. Presenta una topografía abrupta, que con excepción de algunas planicies y playas arenosas formadas por arroyos de temporada, se encuentra constituida principalmente por acantilados basálticos que sobrepasan los 200 m y se extienden hasta alcanzar profundidades de hasta 3,600 m (Figura 5; Hernández de la Torre *et al.*, 2005).

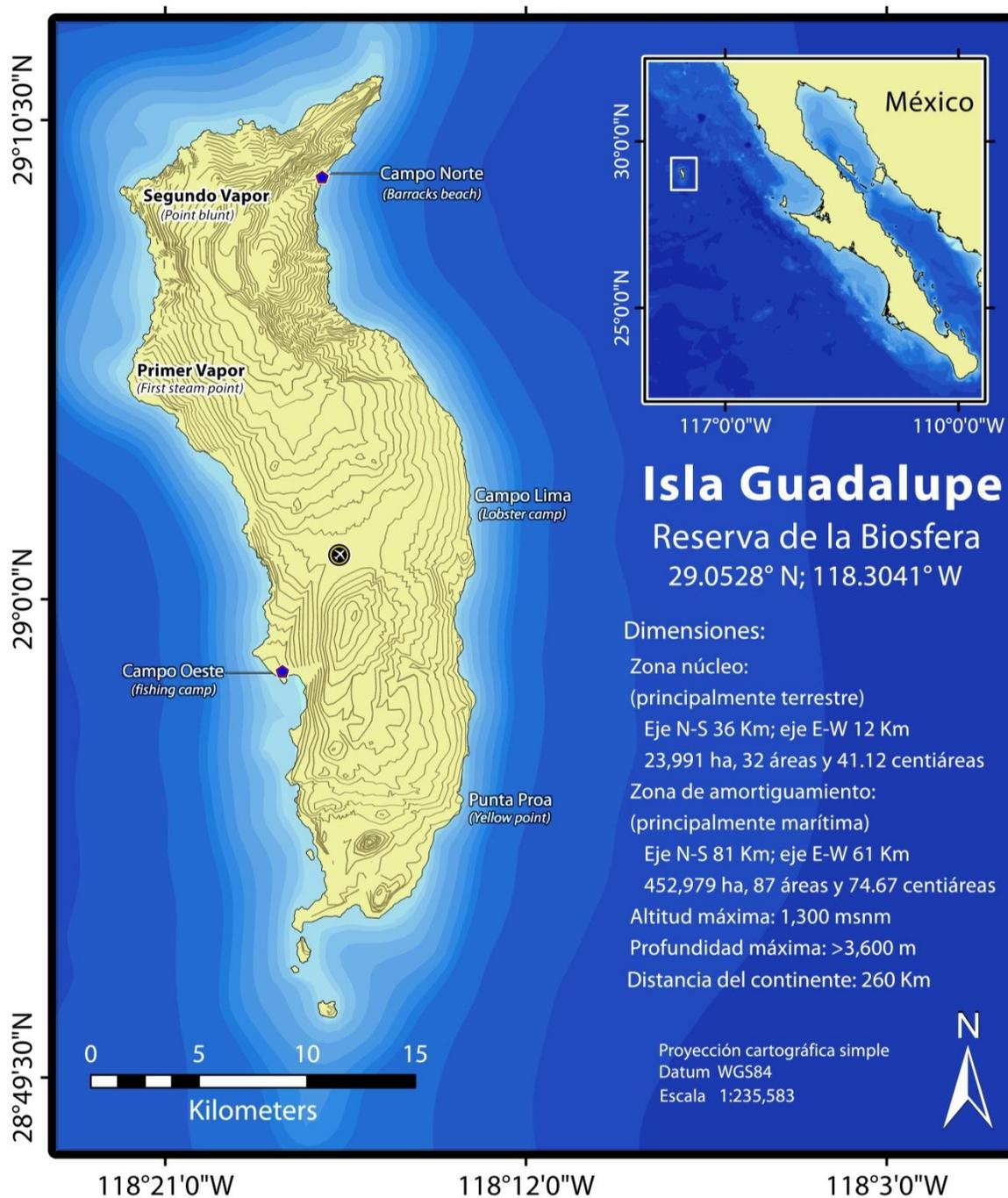


Figura 5. Localización geográfica y principales características de la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe (García-Gutiérrez *et al.*, 2005; CONANP-SEMARNAT, 2009).

Isla Guadalupe en su gran mayoría, carece de una plataforma continental, presentando un talud de 70° de inclinación promedio desde la línea de costa, con excepción de la punta sur donde existe una plataforma de 4 km de ancho con 200 metros de profundidad. Esto confiere una batimetría que alcanza grandes profundidades a poca distancia de la costa, además de estar formada por una serie de grandes cañones que rodean la isla, principalmente en su porción norteña (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005c).

La isla presenta una gran diversidad de flora y fauna, como pinos endémicos, aves marinas migratorias, una ictiofauna muy diversa y una gran variedad de mamíferos marinos. Se conocen tres poblaciones de pinnípedos que se reproducen en Isla Guadalupe, el elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*), el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*) y el lobo marino de California (*Zalophus californianus*; Gallo-Reynoso *et al.*, 2005). Estos se encuentran en toda la isla, pero presentan zonas muy marcadas y recurrentes de descanso (Figura 6). La fauna de cetáceos de Isla Guadalupe está compuesta por 17 especies cuya diversidad está dominada por el grupo de las ballenas picudas (29.4%), con cinco especies (Ziphiidae), seguida por un grupo conformado por cuatro especies de delfines mayores (Delphinidae: Globicephalinae) con 23.6%, una especie de cachalote (Physeteridae) representando el 5.9%, una especie de cachalote enano o pigmeo (Kogiidae) con 5.9%, tres especies de delfines (Delphinidae) con 17.6%, y tres especies de ballenas filtradoras de zooplancton (Balaenopteridae) también con 17.6%. En cuanto a peces óseos se han identificado cuatro especies de atunes (*Thunnus alalunga*, *Thunnus albacares*, *Euthynnus lineatus* y *Katsuwonus pelamis*), cabrillas (*Paralabrax sp.*), blanco de Guadalupe (*Caulolatilus affinis*), jurel aleta amarilla (*Seriola lalandi*), palometas, corvinas, roncacho (*Umbrina roncadour*), roncadour blanco (*Genyonemus lineatus*), macarelas (*Scomber japonicus* y *Auxis thazard*), sardinas, anchovetas, y peces voladores (*Cypselurus californicus*; Gallo-Reynoso y Figueroa, 2005 c).

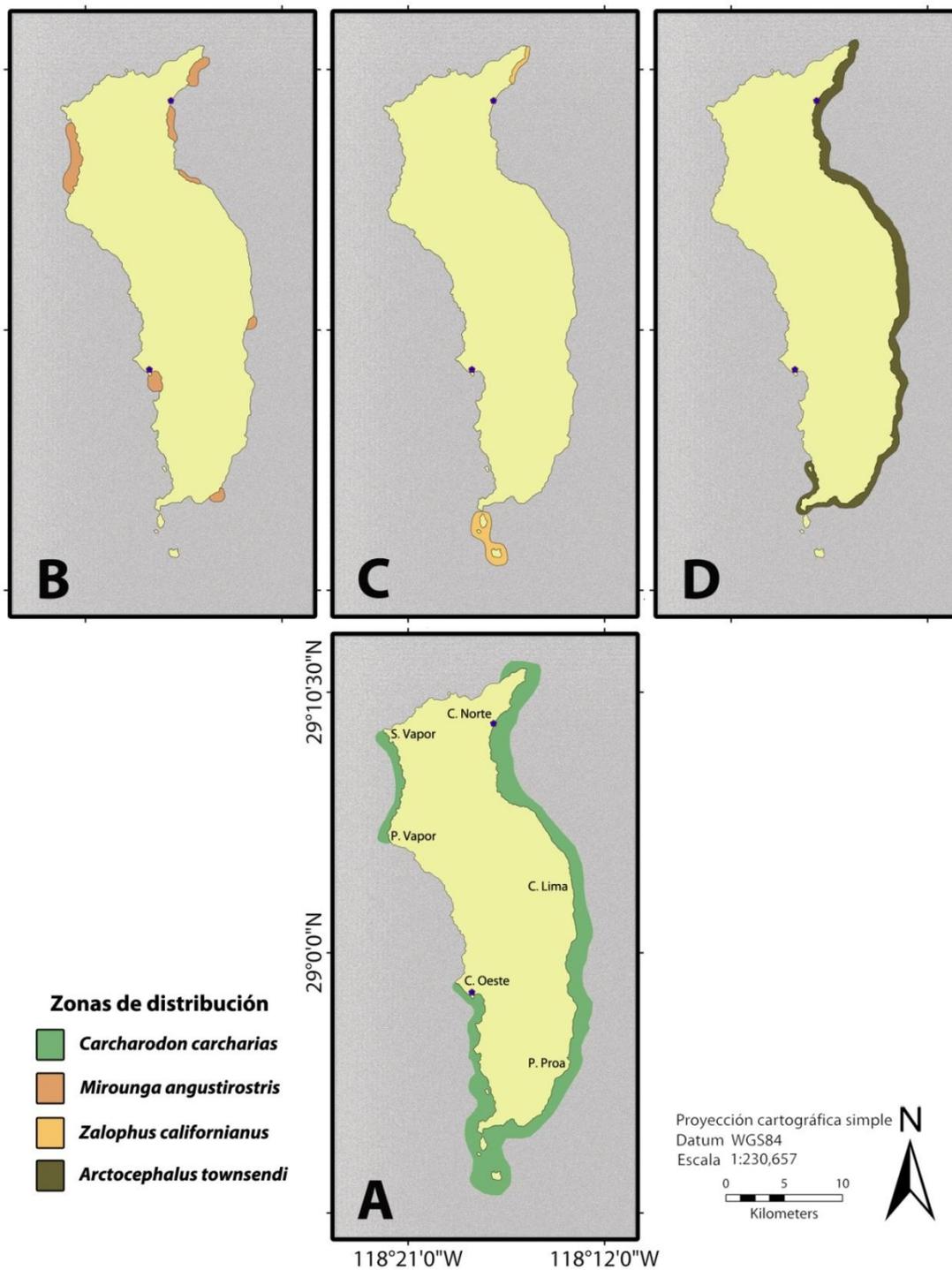


Figura 6. Zona de distribución de *Carcharodon carcharias* y las colonias de pinnípedos que habitan Isla Guadalupe; A: *Carcharodon carcharias*; B: *Mirounga angustirostris*; C: *Zalophus californianus*; D: *Arctocephalus townsendi* (modificado de Gallo-Reynoso et al., 2005).

En la región noreste de la isla existe una caldera vestigial de roca ígnea con un diámetro aproximado de 10 km (Figura 7; Delgado-Argote *et al.*, 1993), la cual gracias a su batimetría y geomorfología sirve como una rada náutica de formación natural que es utilizada por los pescadores locales como sitio de extracción de langosta, abulón y pepino de mar, además como una zona de refugio ante inclemencias climáticas. Estas características convierten al sitio como ideal para la práctica de las actividades de buceo en jaula para la observación de fauna silvestre, dado que la protección que ofrece ante las fuertes corrientes y la batimetría abrupta dificultan la re-suspensión de la materia orgánica particulada favoreciendo una mejor visibilidad durante las prácticas subacuáticas, además que ayuda a mantener tanto las embarcaciones como las jaulas más estables ante el oleaje, logrando sitios de anclaje próximos a la línea de costa (CONANP-SEMARNAT, 2009).

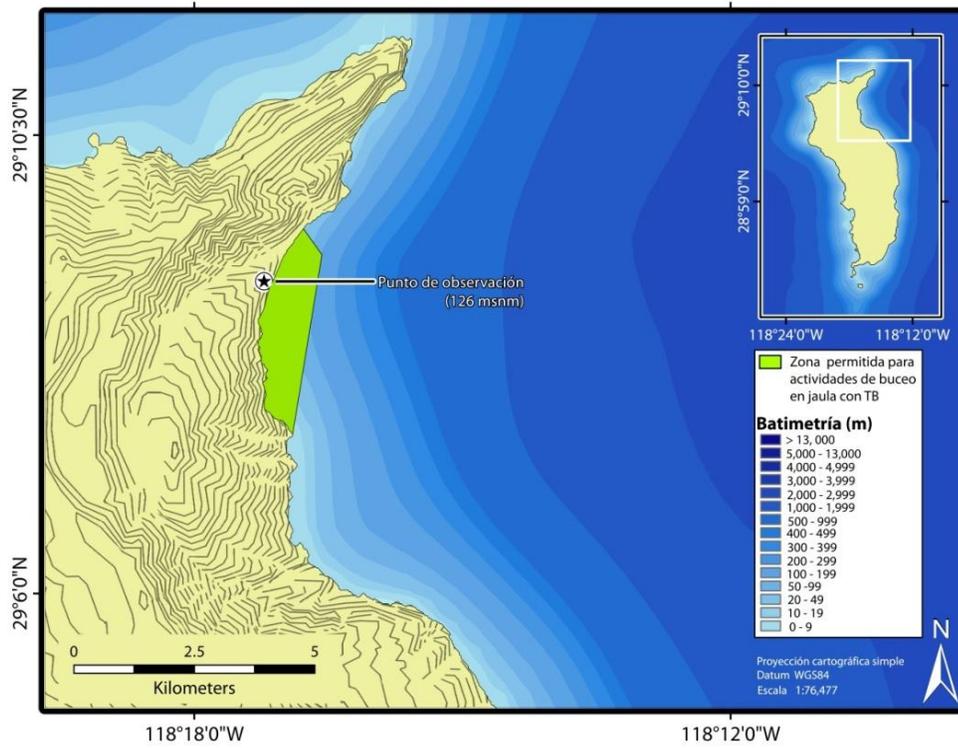


Figura 7. Rada Norte de Isla Guadalupe, en el mapa se indica el punto de observación en tierra y la zona delimitada por la RBIG para la observación de fauna silvestre a través de buceo en jaula (batimetría calculada por cartas de navegación para pesca deportiva).

#### **IV.2 Análisis de comportamiento de *Carcharodon carcharias* en interacción con actividades antropogénicas**

Para describir el comportamiento del tiburón blanco y su interacción con las embarcaciones ecoturísticas, se realizaron observaciones desde tierra en un punto elevado (125 msnm) a 100 m de la línea de costa en la zona en donde se concentra la mayor actividad de buceo en jaulas (29° 09.066 N y 118° 17.217 O; Figura 8). Desde este punto se logró tener una perspectiva completa de la actividad turística y observar su interacción con los tiburones blancos, con una capacidad de detección hasta de un kilómetro aproximadamente. Este punto de observación nos permitió realizar observaciones ajenas al fenómeno observado (interacción buceo-tiburones), lo cual es un requisito para el análisis del comportamiento (Paul y Bateson, 2008).

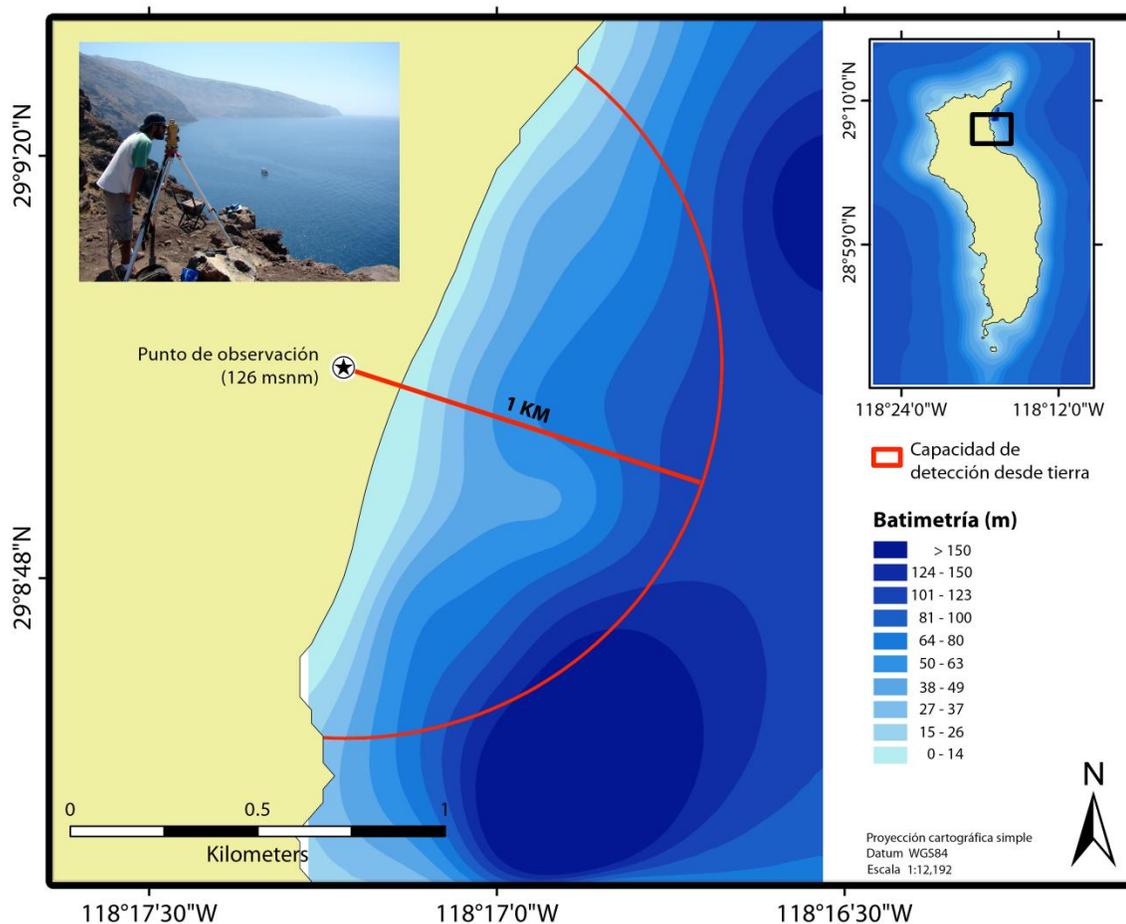


Figura 8. Punto de observación en tierra para el análisis de comportamiento del tiburón blanco en Isla Guadalupe (29° 09.066' N y 118° 17.217' O; 126 msnm a 100m de la línea de costa).

Las observaciones se realizaron por tres observadores, durante tres días en promedio por mes, de 9:00 a 17:00 hs., siempre que las condiciones climáticas y el periodo de luz lo permitieron. Dos de los observadores utilizaron binoculares de 7x50 (West Marine<sup>®</sup>, Tahiti 7x50 CF WP Compass) y uno utilizó un teodolito digital marca Topcon<sup>®</sup> DT102, con el que se obtuvieron los ángulos en la vertical y horizontal de cada tiburón observado, así como de las embarcaciones turísticas ancladas en la rada para determinar posteriormente su localización geográfica (Klimley y Anderson, 1996). Las observaciones se realizaron en intervalos de treinta minutos de observación continua, por quince minutos de descanso, esto

con la intención de mantener siempre la mejor calidad de las observaciones. Antes de iniciar cada periodo de descanso se efectuó un muestreo por barrido de toda el área, y se registraron las condiciones climáticas al momento. Durante el descanso se verificó y ajustó el teodolito. Los ángulos horizontales y verticales obtenidos con el teodolito fueron utilizados para determinar la posición geográfica aproximada donde fueron observados los tiburones y las embarcaciones. El teodolito fue colocado y nivelado siempre en el mismo punto utilizando un GPS portátil marca GARMIN® (GPSmap® 60CSx, con barómetro), lo que nos permitió conocer la posición exacta del punto de observación y su altitud usando el barómetro integrado en el mismo instrumento. La posición y altura del punto de observación se determinaron de manera constante cada vez que se realizaron las observaciones.

Para conocer la posición geográfica de los puntos observados, se fijó el cero del ángulo horizontal al norte magnético y, corrigiendo la declinación anual para este punto, se obtuvieron los grados que variaba en latitud el punto observado (tiburón o embarcación) del punto de observación (teodolito). Así mismo, se utilizó la altitud del punto de observación como cateto opuesto al ángulo en la vertical obtenido por el teodolito, lo que por trigonometría nos permitió calcular la distancia a la que se encontraba el punto observado del punto de observación, y conociendo la equivalencia en grados de la distancia obtenida (Figura 9).

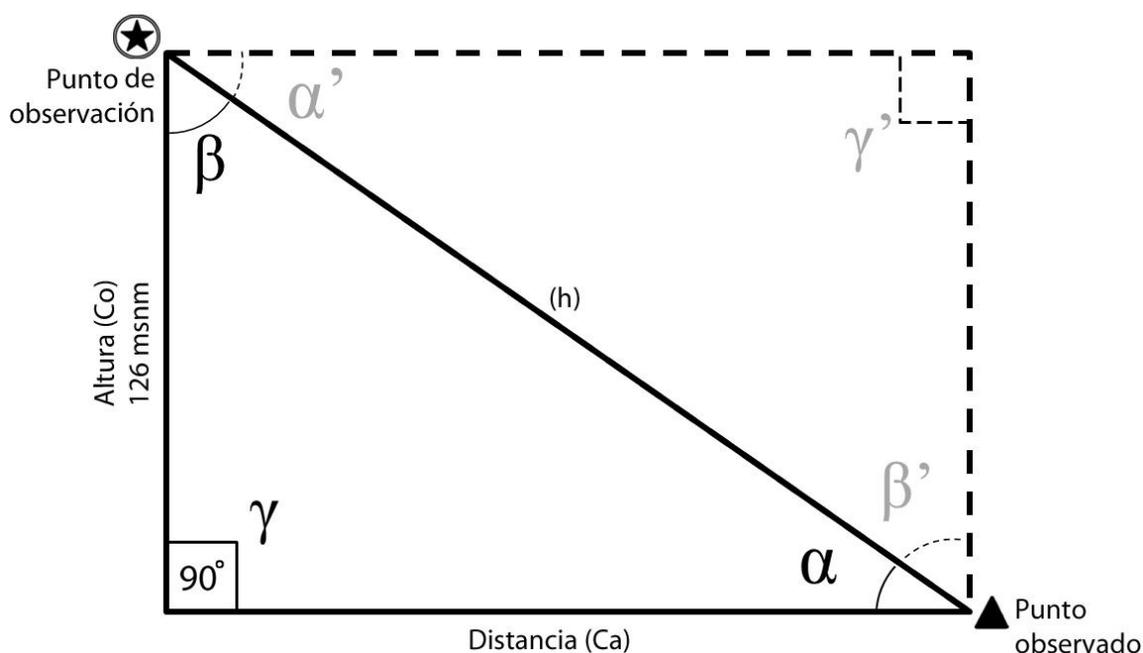


Figura 9. Cálculo de geo-posición para los puntos observados, embarcaciones y tiburones, desde el punto de observación en tierra.  $\alpha$  y  $\alpha'$  = ángulo de la vertical obtenido con el teodolito digital. Co = cateto opuesto, Ca = cateto adyacente, h = hipotenusa.

Para tener un mejor panorama del comportamiento de los tiburones en la zona, y ayudar a entender la distribución de los tiburones en el sitio, se caracterizó la batimetría para la zona de capacidad de detección desde el punto de observación en tierra. Para esto se diseñó una red de 28 estaciones equidistantes sobre un transecto que rodea la línea de costa desde el extremo sur de la rada, conocido como Cañones Gemelos, hasta la parte norte de la misma y de forma paralela a la línea de costa hasta cubrir en su totalidad la zona de influencia de la actividad de buceo en jaula (Figura 10). En cada una de estas estaciones se determinó la profundidad y temperatura utilizando una sonda marina marca Lowrance® (LMS-337C DF, Fish-finding Sonar & Mapping GPS Lowrance®), realizándose 10 repeticiones por cada estación durante el periodo de agosto a noviembre del 2009.

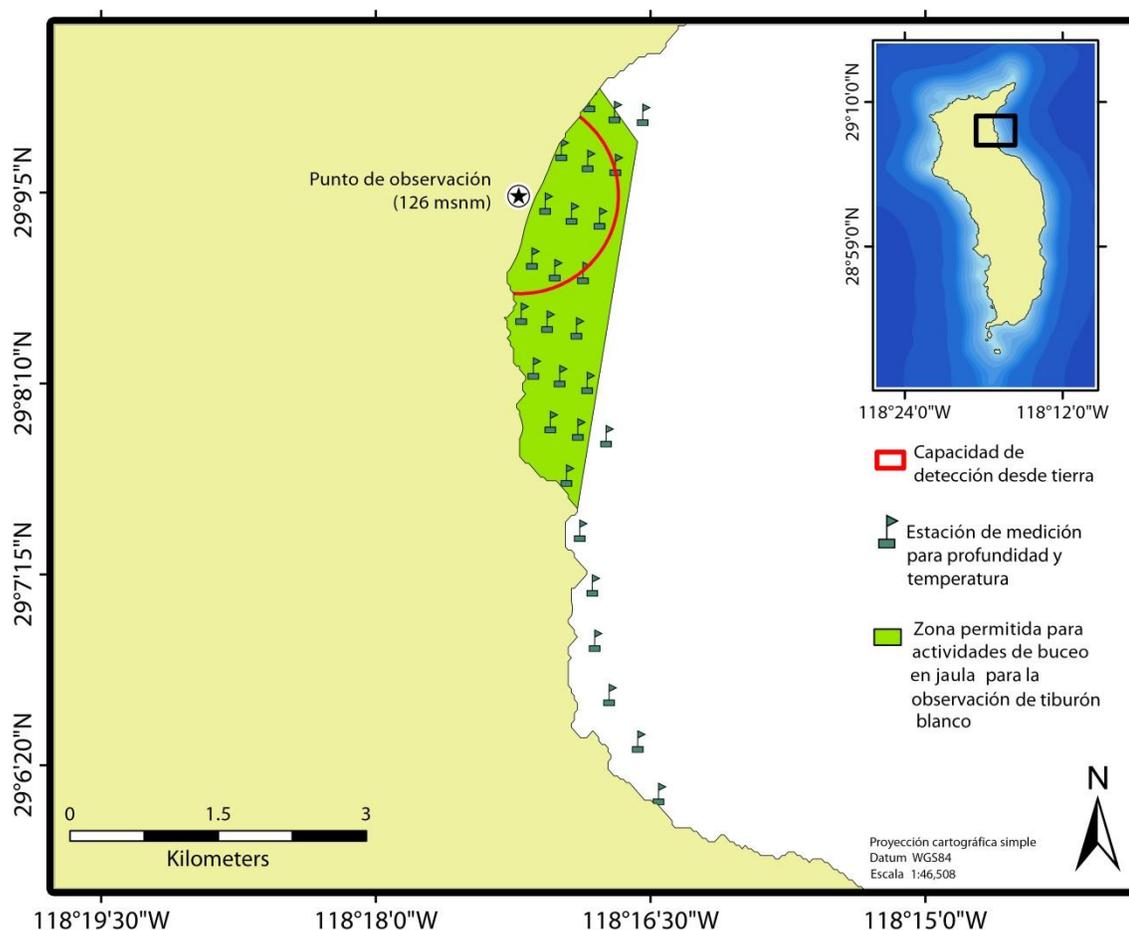


Figura 10. Red de estaciones equidistantes (500 m eje norte-sur y 250 m eje este-oeste) utilizadas para caracterizar la batimetría en la zona de influencia de buceo en jaula para la observación de tiburón blanco en la rada noreste de Isla Guadalupe.

La profundidad oscila entre los 0-14m a mayores de 150m, observándose dos cañones con una cresta divisoria ligeramente al sur del punto de observación (Figura 11).

Sobre la misma red de estaciones se midió la temperatura superficial para la misma zona de influencia, durante los meses de agosto a octubre de 2009. Encontramos que la temperatura en la zona varía 4.25° del mes más cálido (septiembre; 25.95°C) al mes más frío o templado (octubre; 21.7°C), esto durante el periodo de muestreo.

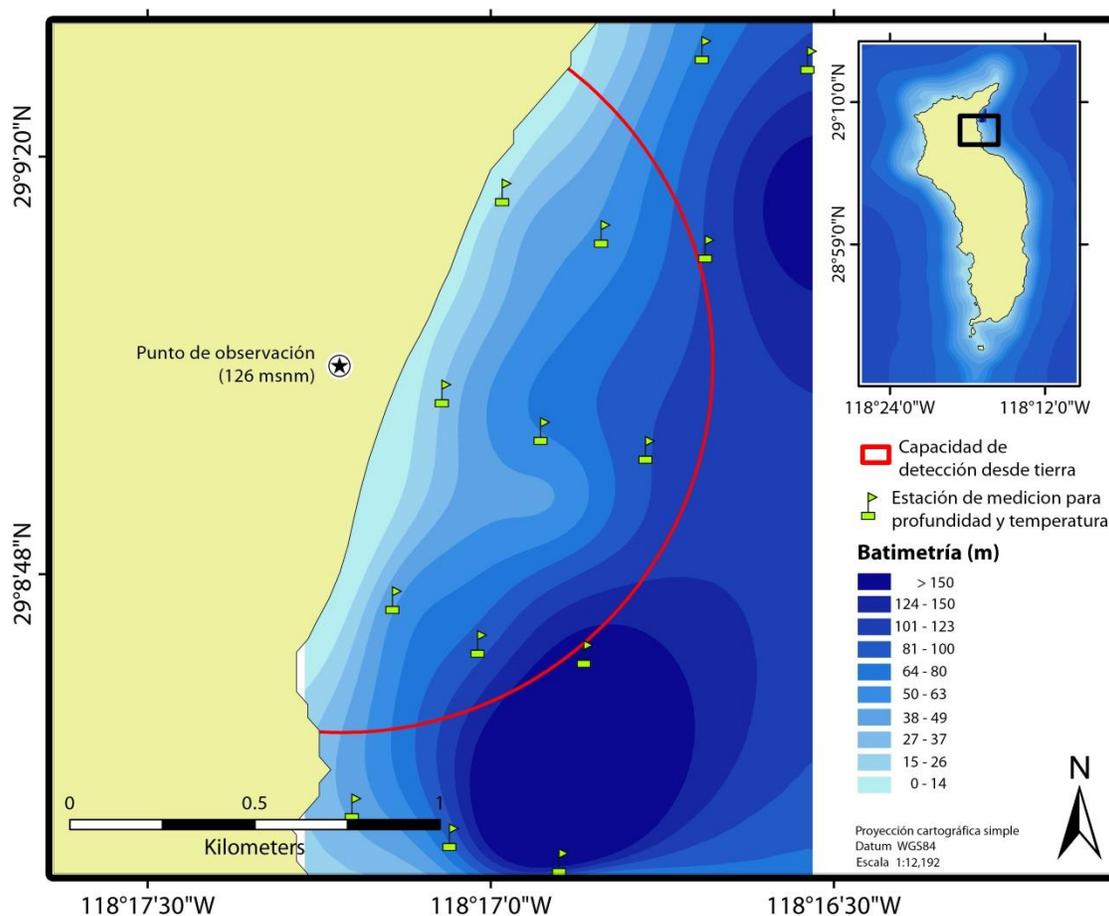


Figura 11. Batimetría calculada para la zona de influencia de actividades de buceo en jaula. Mediciones realizadas sobre una red de estaciones equidistantes.

También se caracterizó para la zona de influencia del buceo en jaula las zonas de distribución de pinnípedos. Si bien estas han sido reportadas en toda la isla (Gallo-Reynoso *et al.*, 2005), se han reportado playas de descanso y sitios de agregación recurrentes en la rada norte, las cuales fueron corroboradas mediante observación directa y delimitadas con la ayuda de un GPS marca GARMIN® (GPSmap® 60CSx; Figura12).

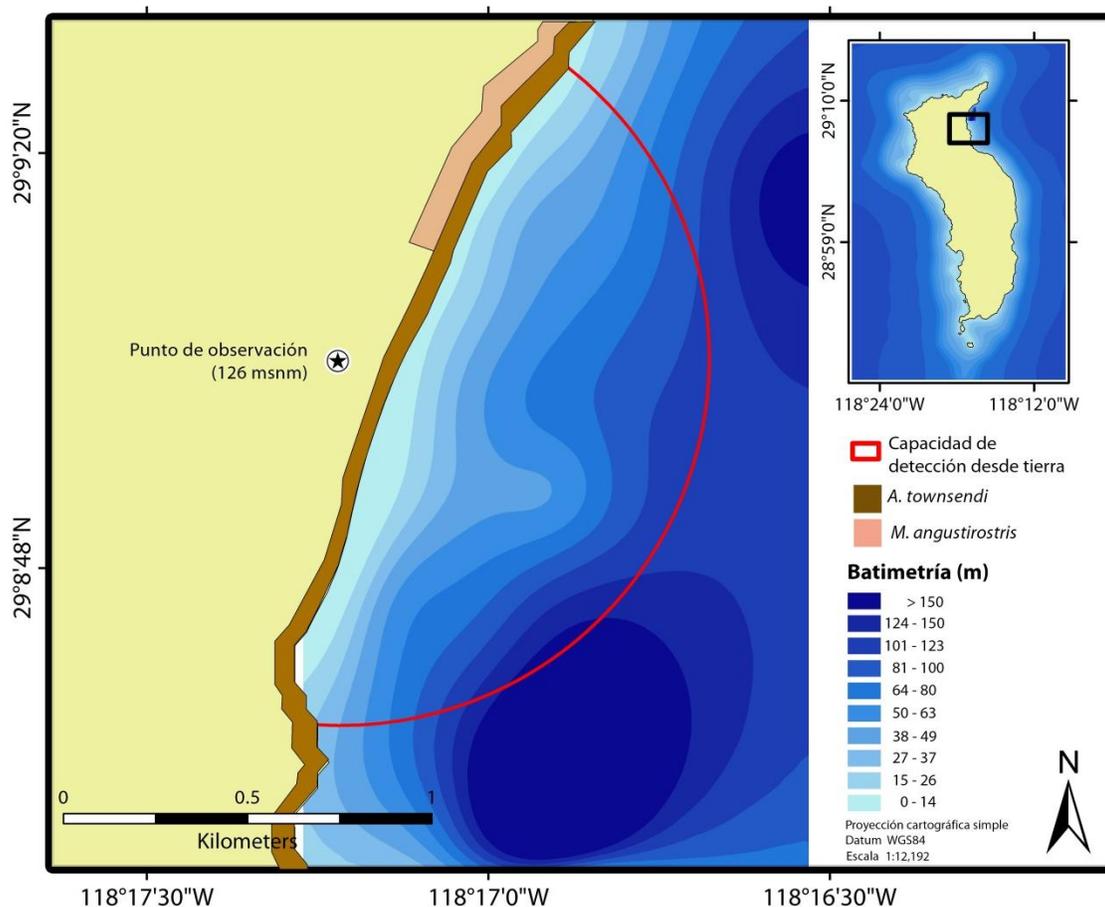


Figura 12. Zonas de descanso en tierra para la zona de influencia de actividades de buceo en jaula con tiburón blanco en Isla Guadalupe. En oscuro lobo fino de Guadalupe (*A. townsendi*), en claro el elefante marino del norte (*M. angustirostris*).

Para cada uno de los avistamientos de tiburón blanco se realizó una descripción etológica desarrollándose un etograma con descripciones detalladas de la conducta (ej. tipo y velocidad de nado, ataques, mordidas etc.). Evidentemente, es difícil realizar etogramas completos de las conductas de los tiburones, por lo que se utilizaron los etogramas realizados por Klimley y Anderson (1996), Martin *et al.* (2005) y Martin *et al.* (2009) para tener una idea general del tipo de lenguaje y la interpretación de algunos movimientos. Estos autores desarrollaron etogramas para el comportamiento natural de depredación del

tiburón blanco en California y Sudáfrica respectivamente. El etograma desarrollado en este trabajo permitió describir el comportamiento del tiburón blanco diferenciando patrones con y sin interacción de actividades antropogénicas. Los observadores registraron en una tabla de frecuencias cada una de las unidades de comportamiento observadas durante el periodo de muestreo. La frecuencia y secuencia de las unidades de comportamiento fueron analizadas según el método propuesto por Klimley *et al.* (1996), utilizando una tabla de contingencia de homogeneidad ponderada ( $k \times r$ ) para evaluar si existían diferencias entre los patrones con interacción y sin interacción. Así mismo, en los patrones de comportamiento con interacción se utilizó una prueba de bondad de ajuste con modelo homogéneo para identificar dominancias en dichos patrones.

### **IV.3 Percepción e interacción de la comunidad local**

Con el fin de analizar la percepción de la comunidad local de pescadores acerca de las actividades turísticas y medir la frecuencia de encuentros de pescadores y tiburones blancos, se aplicaron entrevistas de tipo semi-estructuradas (Bernard, 2006), con tres ejes de planeación: (1) Aspectos demográficos, buscando caracterizar a la comunidad, (2) La percepción de la actividad turística (aceptación o no) y (3) El traslape de la industria turística con las actividades pesqueras que se realizan en la isla (Anexo 1).

Las entrevistas fueron realizadas en el campamento pesquero de la región oeste de la Isla. Se visitó uno a uno a cada uno de los pescadores activos y personas relacionadas con la actividad de forma individual para evitar la influencia por comentarios de terceros en una entrevista grupal. Sólo los directivos de la cooperativa que se encontraban en Ensenada B.C., fueron entrevistados en la oficina de la cooperativa y de manera simultánea, por razones de disponibilidad de tiempo. Estas últimas entrevistas se llevaron a cabo más como una plática informal donde se abordaron los ejes de planeación de la entrevista tratando de obtener la mayor información posible.

La información obtenida fue analizada de forma independiente siguiendo los ejes de planeación (Bernard, 2006), es decir, caracterizando a la población con base en la información demográfica obtenida. Se ubicaron zonas de mayor encuentro con tiburones y temporadas de pesca, buscando entender aquéllas en las que existe una mayor probabilidad de un encuentro relacionado con la zona, temporada y arte de pesca. Por último, se analizaron los porcentajes de aceptación y no aceptación y se evaluaron las recomendaciones y motivos expresados.

## V. Resultados

---

### V.1 Análisis de comportamiento de *Carcharodon carcharias* en interacción con actividades antropogénicas

Se realizaron un total de 108 horas de observación durante 14 días de muestreo efectivo durante los meses de julio a noviembre de 2009. Se registraron 128 avistamientos de tiburones blancos y 32 de embarcaciones, turísticas o de investigación, en la rada norte de Isla Guadalupe.

El promedio de avistamientos de tiburones y embarcaciones por día fue estimado para cada uno de los meses con base en los días de observación por mes (Figura 13). Durante el mes de agosto se obtuvieron 17 avistamientos promedio por día de tiburones, siendo éste el valor más alto durante la temporada, mientras que para el mes de julio no se logró ningún avistamiento tanto de tiburones como de embarcaciones. Un patrón muy similar se observó para la presencia de barcos anclados, en donde el mes de agosto hubo un mayor número de embarcaciones en la zona, algunas turísticas y otras con fines científicos, pero todas realizando actividades para la observación de tiburón blanco (Figura 13).

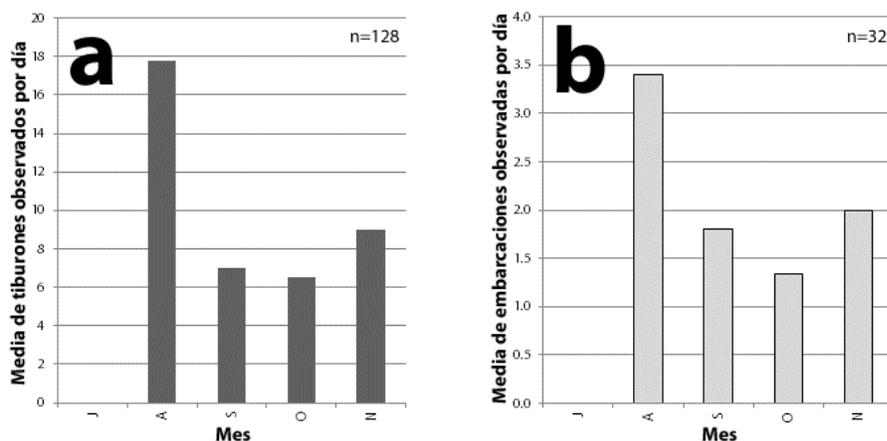


Figura 13. Promedio diario de avistamientos de tiburón blanco desde el punto de observación en la zona de influencia de las actividades de buceo en jaula en Isla Guadalupe, temporada 2009; a: Tiburones blancos; b: embarcaciones turísticas/de investigación.

El análisis del número de avistamientos de tiburones blancos según la hora del día, sugiere un patrón de actividad diurna (Figura 14). En la Figura 14 se observa que existe un incremento de avistamientos a ciertas horas del día, sobre todo a las 10:00, 13:00 y 15:00 horas, y un decremento después de las 15 hrs.

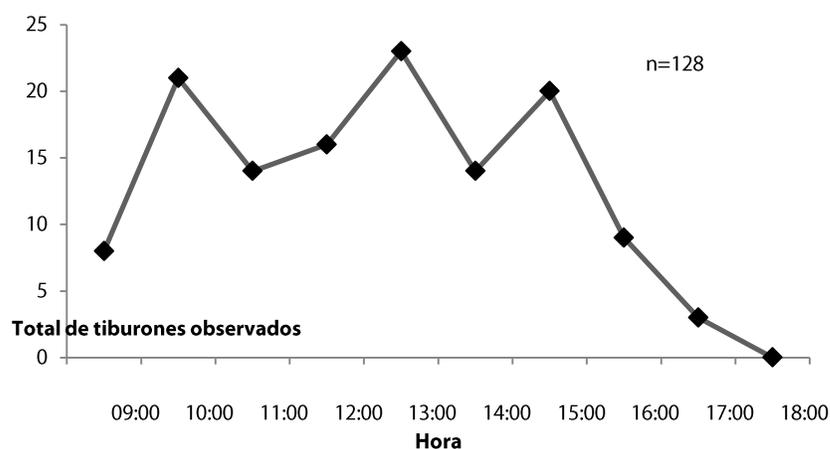


Figura 14. Frecuencias totales de avistamientos de tiburones según la hora del día, en Isla Guadalupe durante la temporada de muestreo 2009.

Con base en los ángulos obtenidos con un teodolito digital para cada registro, se calculó la posición geográfica de cada uno de los avistamientos (Figura 15). El 97.65% (n=125) de los avistamientos de tiburones se ubicaron dentro de un área con 1000 metros de radio a partir del punto de observación en tierra, la cual denominamos “área de detección”. De los tres registros restantes, en dos se detectó un error de medición al calcular su posición geográfica en tierra a 9000 m y 11000 m del punto de observación, por lo que fueron obviados en algunos de los análisis posteriores. El registro restante fue de un salto del tiburón (“*breach*”) a 1900 m del punto de observación, el cual se tomó en cuenta para el etograma (ver más adelante). En cuanto a las embarcaciones, sólo dos se anclaron fuera del área de detección durante las horas de observación. La gran mayoría de los tiburones fueron observados en la región sur del área de detección, en asociación con las embarcaciones ecoturísticas (Figura 15).

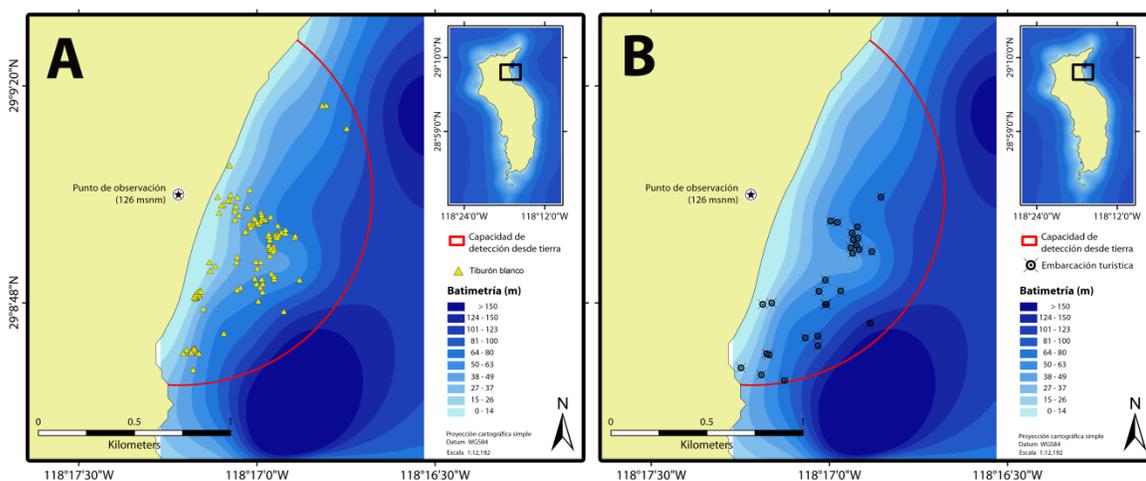


Figura 15. Posición geográfica de los avistamientos de tiburones blancos (A, n=125) y embarcaciones turísticas o de investigación (B, n=30), en isla Guadalupe, durante la temporada de muestreo 2009.

Dependiendo de su cercanía con las embarcaciones (a menos de 50 m), los avistamientos se clasificaron en: tiburones interactuando con actividades humanas y tiburones sin interacción. De los 128 avistamientos, el 40.6% (n=52) fueron observados sin interacción y 76 (59.4%) tiburones estaban interactuando con alguna actividad humana. Dentro de las actividades antropogénicas, los tiburones interactuaron con el ecoturismo que utilizaban cebo para atraerlos; con embarcaciones con fines científicos que también atraían a los tiburones usando cebo, con la intención de marcar tiburones con tecnología satelital y la implantación de videocámaras con el fin de describir patrones de comportamiento local; y en menor medida con la infraestructura de la pesca de langosta, donde se observó a dos tiburones cerca de boyas que indican la posición de las trampas. Nunca interactuando con pescadores o sus embarcaciones.

La relación de la posición geográfica de los avistamientos de los tiburones blancos con respecto a las embarcaciones se graficaron de manera mensual (Figuras 16 a 19). Durante el muestreo del mes de agosto se registraron 17 embarcaciones ancladas dentro del área de detección (una embarcación pudo haber sido registrada más de una vez durante el periodo de muestreo, debido a que las condiciones oceanográficas arrastran a las embarcaciones y es común que sus tripulaciones reajusten sus zonas de anclaje). En este periodo se registraron 71 avistamientos de tiburones blancos dentro de esta zona, donde el 65% de ellos se encontraron a 50 m o menos de alguna embarcación (Figura 16). En contraste, durante el mes de septiembre se registraron 6 embarcaciones y 35 tiburones en el área de detección, de los cuales sólo el 40% se observaron próximos a alguna embarcación fondeada en la zona (Figura 17). En octubre sólo se registraron 3 embarcaciones y 13 avistamientos de tiburones, con el 76% de estos avistamientos a menos de 50 m de alguna embarcación (Figura 18). Finalmente, en el mes de noviembre se registraron dos embarcaciones en la rada y 9 avistamientos de tiburones, con un 66.6 % de ellos asociados a una embarcación fondeada en el área de detección (Figura 19).

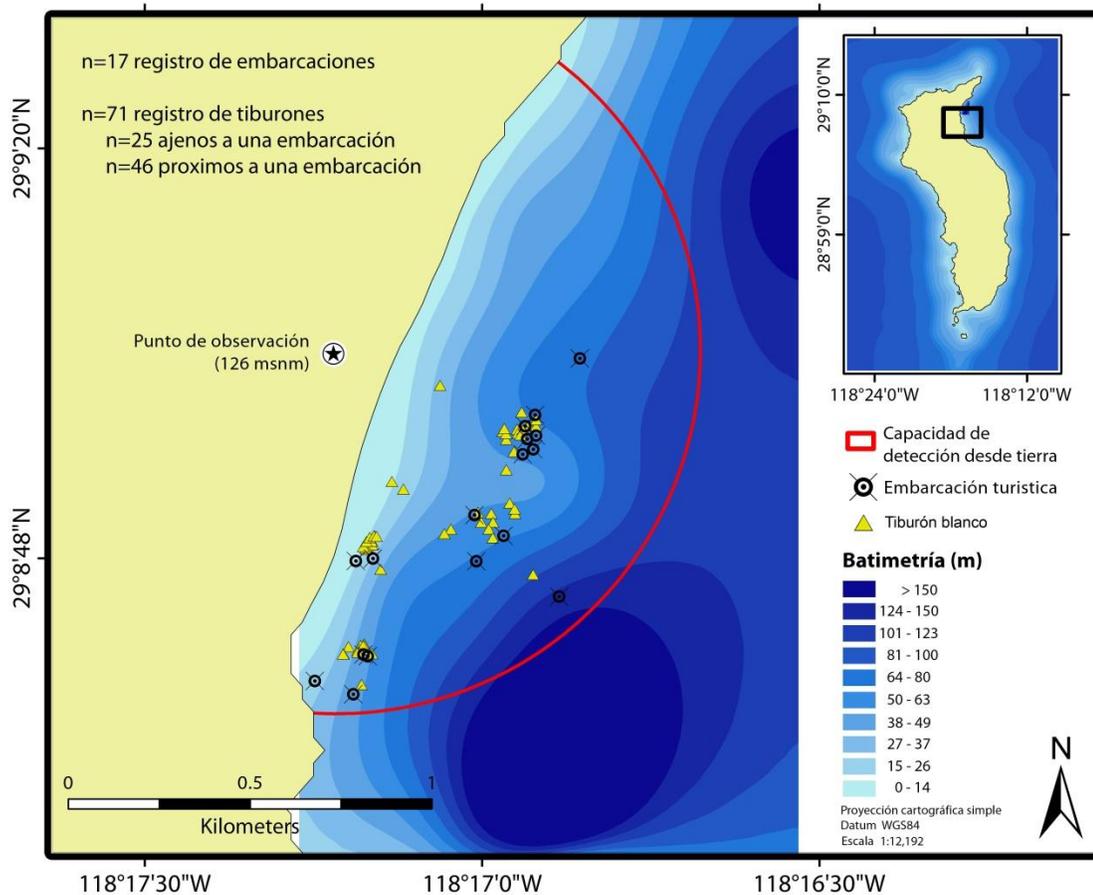


Figura 16. Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en isla Guadalupe para el mes de agosto de 2009.

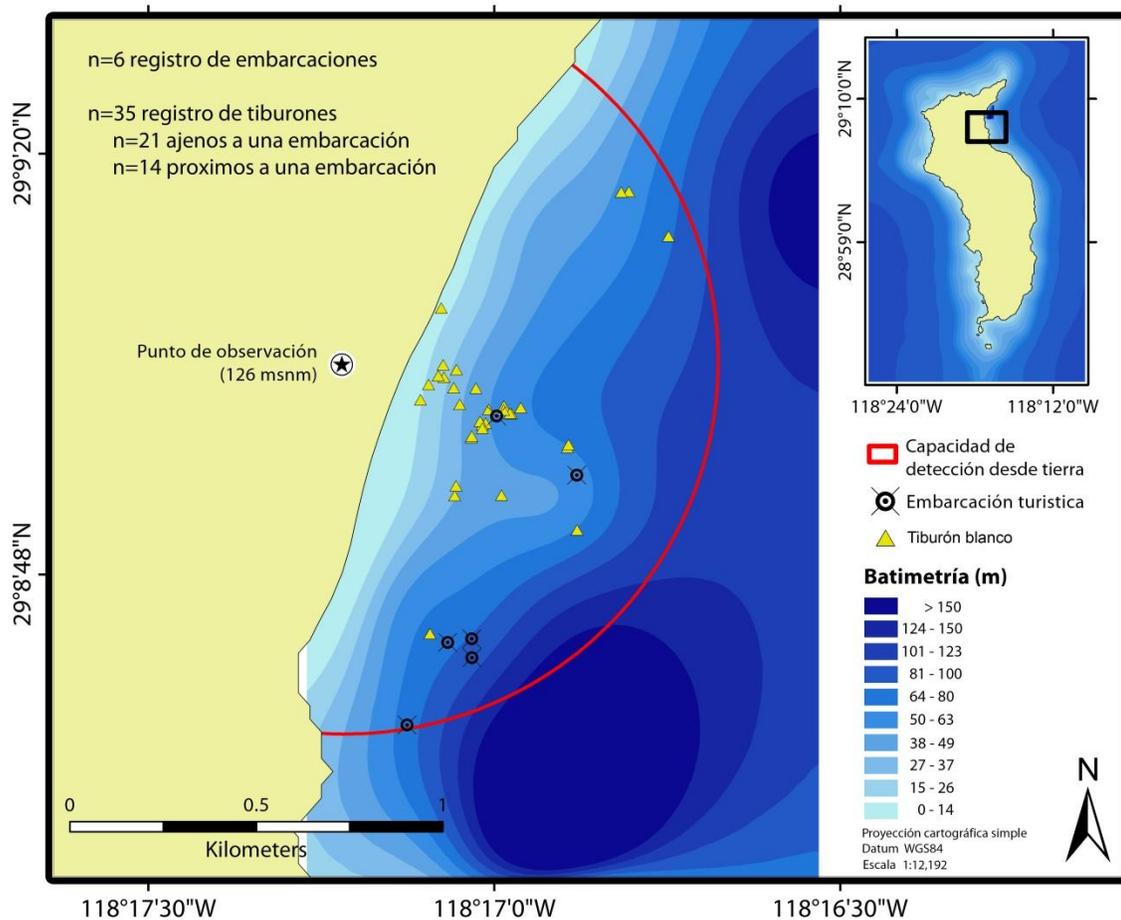


Figura 17. Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en isla Guadalupe para el mes de septiembre de 2009.

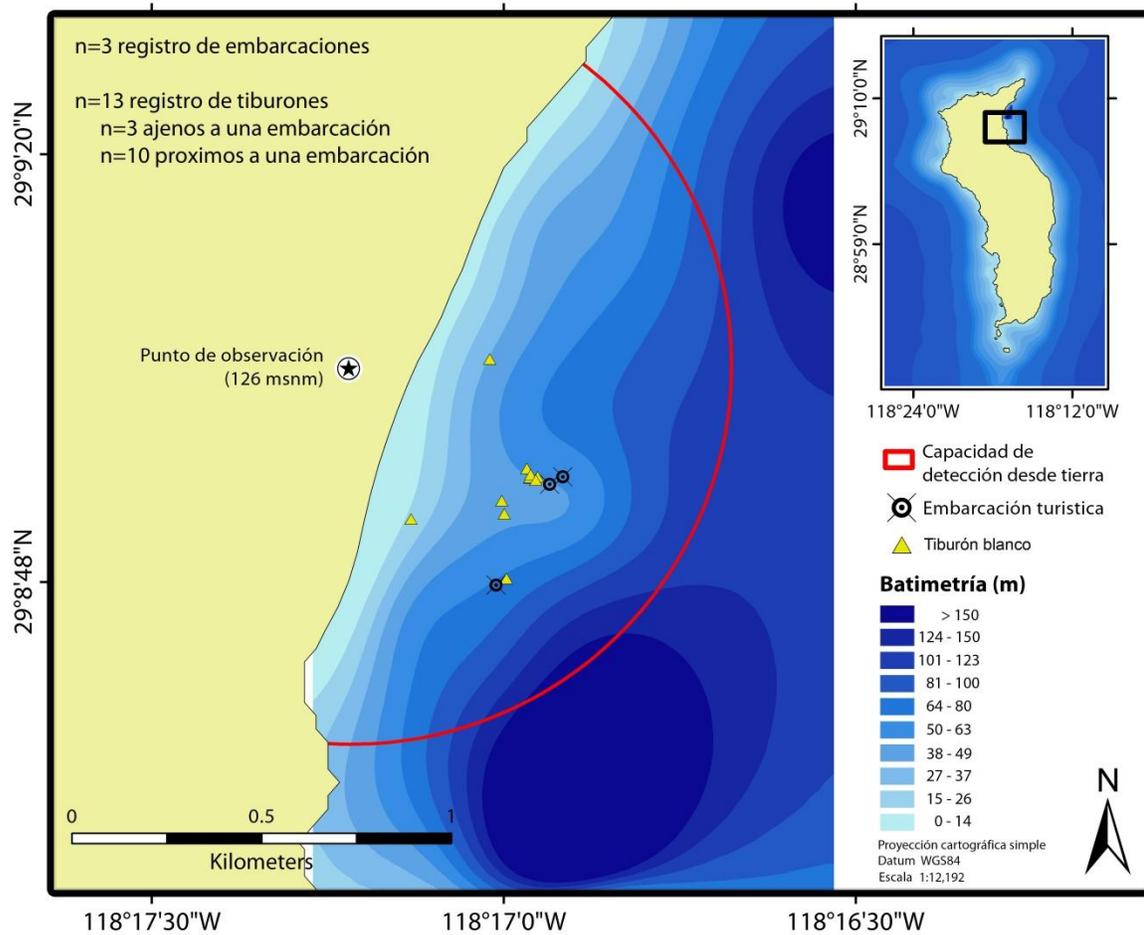


Figura 18. Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en isla Guadalupe para el mes de octubre de 2009.

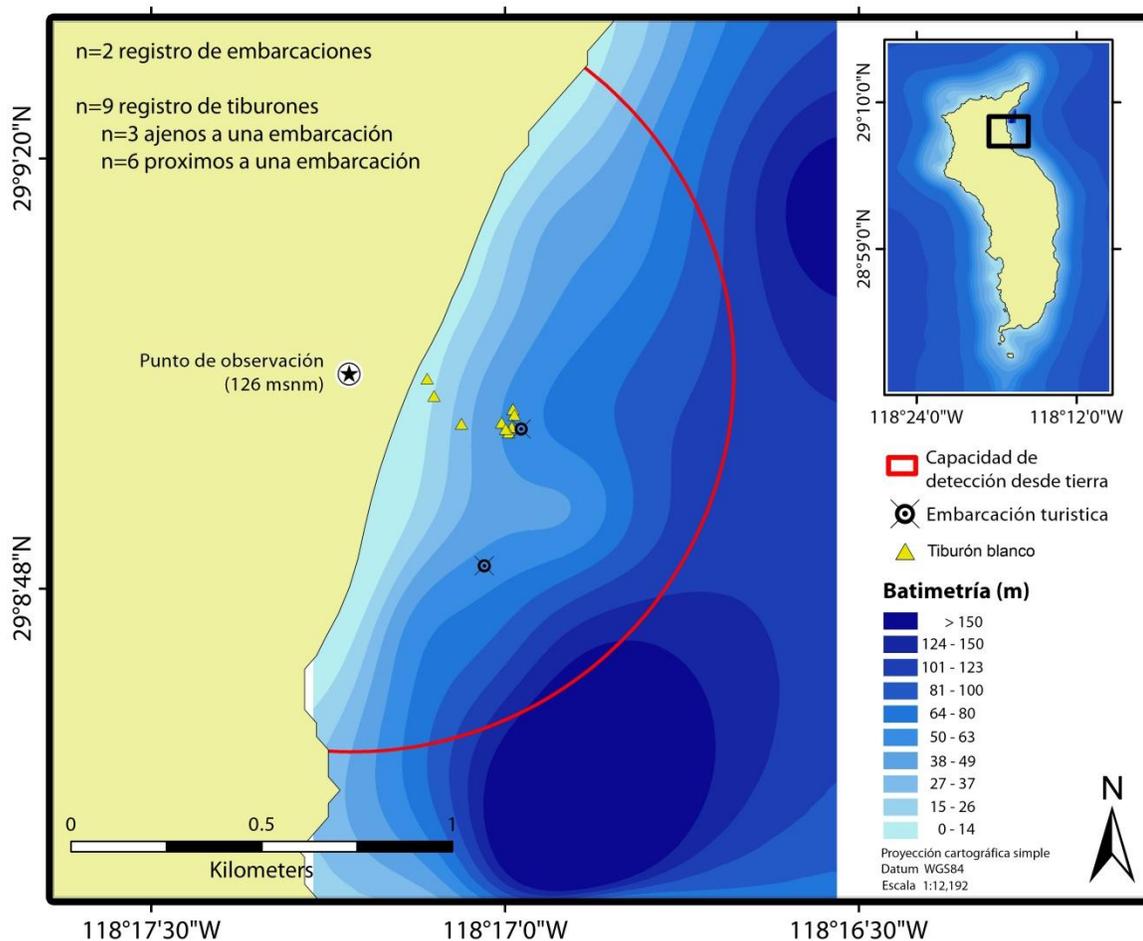


Figura 19. Registro de avistamientos de tiburones y embarcaciones en la zona de influencia de actividades turísticas en isla Guadalupe para el mes de noviembre de 2009.

Con base en la descripción y análisis del comportamiento de los tiburones blancos observados durante el muestro de agosto, se desarrolló un etograma que incluyó 11 patrones de comportamiento. La mayoría de los patrones de conducta se relacionan al tipo de nado y la interacción con la carnada. Sin embargo también se incluyó la depredación o ataque a humanos, los cuales no se consideraron patrones de comportamiento y solo se buscó obtener registro de estos eventos (Tabla IV).

Tabla IV. Descripción de los patrones de comportamiento utilizados en el etograma para la interacción del tiburón blanco con las actividades de buceo en jaula en Isla Guadalupe.

<b>Patrones de comportamiento</b>	<b>código</b>	<b>descripción</b>
Crucero	CR	Movimiento de nado a velocidad constante y cercano a la superficie, suele ser paralelo a la línea de costa y no es evidente la presencia de alguna posible presa.
Búsqueda	BU	El tiburón nada muy despacio sin una dirección evidente y cambiando esta constantemente.
Acecho	AC	El tiburón nada al rededor de la presa o carnada.
Salto	SA	Movimiento de nado rápido y ascendente donde el tiburón se impulsa completamente fuera del agua.
Rompe la superficie	RSU	Cuando el tiburón traspasa el espejo de agua con su aleta dorsal o alguna parte de su cuerpo.
Ronda la carnada	RCA	Cuando el tiburón se aproxima a la carnada y la circunda sin atacarla.
Ataca la carnada	ACA	Cuando el tiburón ataca la carnada pero no necesariamente la obtiene.
Ataque horizontal, Superficie	AH	Cuando el tiburón ataca desde superficie en un ángulo con la superficie cercano a 0°
Ataque vertical, Profundidad	AV	Cuando el tiburón ataca desde profundidad en un ángulo con la superficie cercano a 90°
Roba la carnada	RBA	Cuando el tiburón obtiene la carnada y la ingiere.
Golpea la jaula	GJA	Cuándo el tiburón nada muy cerca a la jaula y la golpea con alguna parte de su cuerpo.
Evento de depredación	EAL	Cuando el tiburón se alimenta de una presa y no de carnada. Evento de alimentación natural
Ataque a humano	AHU	Cuando el tiburón ataca una embarcación turística o de pesca, o a un humano

El etograma fue utilizado durante los registros de los avistamientos desde tierra en los meses de agosto, septiembre, octubre y noviembre del 2009. Se obtuvo un total de 406 registros de comportamiento, a partir de 128 tiburones observados (Tabla V).

Se registraron 3 saltos (2 para el mes de septiembre y 1 en octubre), se obtuvieron 4 registros de tiburones que golpearon la jaula al ser atraídos con carnada hacia la misma, no se registró ningún evento de depredación natural o ataque sobre algún ser humano.

Los tiburones mostraron diferentes patrones de comportamiento dependiendo si estaban o no asociados con actividades humanas ( $\chi^2_{Calc} = 134.6157; g.l. = 10; p < 0.001$ ). El tipo de nado más frecuente de los tiburones con alguna interacción fue el acecho ( $\chi^2_{Calc} = 232.8933; g.l. = 10; p < 0.001$ ), aunque de estos sólo el 30% de los casos culminó en un ataque a la carnada y sólo en 3 ocasiones (5%), la carnada fue obtenida por el tiburón. Cuando no existió interacción, los tiburones presentaron dos tipos de nado: crucero (70%) y búsqueda (30%) (Figura 20).

Tabla V. Frecuencia absoluta y relativa de los patrones de comportamiento del tiburón blanco en Isla Guadalupe, tanto en interacción con las actividades de buceo en jaula como sin interacción.

No.	Patrones de comportamiento	Código	Con interacción n= 93			Sin interacción n= 35		
			N	% Total	R	N	%Total	R
1	Rompe la superficie	RSU	71	20.461	1	20	33.898	1
2	Acecho	AC	70	20.173	2	2	3.390	4
3	Ronda la carnada	RCA	67	19.308	3	0	0.000	5
4	Ataca la carnada	ACA	40	11.527	4	0	0.000	5
5	Crucero	CR	33	9.510	5	19	32.203	2
6	Ataque horizontal, Superficie	AH	26	7.493	6	0	0.000	5
7	Roba la carnada	RBA	16	4.611	7	0	0.000	5
8	Ataque vertical, Profundidad	AV	14	4.035	8	1	1.695	5
9	Golpea la jaula	GJA	6	1.729	9	0	0.000	5
10	Búsqueda	BU	3	0.865	10	15	25.424	3
11	Salto	SA	1	0.288	11	2	3.390	4
12	Ataque a humano	AHU	0	0.000	12	0	0.000	5
13	Evento de depredación	EAL	0	0.000	12	0	0.000	5

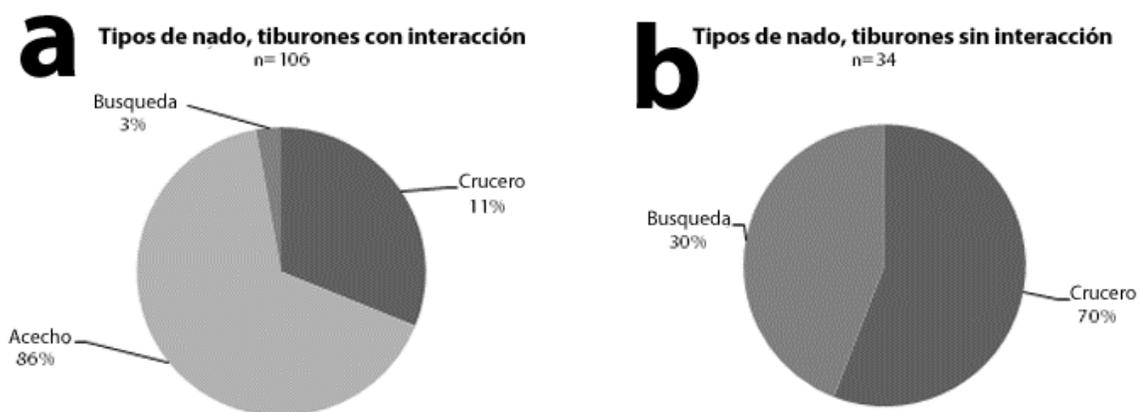


Figura 20. Tipos de nado más frecuentes en los registros de comportamiento en tiburones blancos observados en la zona de influencia de actividades turísticas en isla Guadalupe en la temporada 2009. A: Tiburones con algún tipo de interacción antropogénica; B: Tiburones sin ningún tipo de interacción antropogénica.

## **V.2 Percepción e interacción de la comunidad local**

De un total de 35 pescadores (incluyendo a los directivos de la cooperativa basados en Ensenada), sólo 28 de ellos aceptaron ser entrevistados. Todos los entrevistados fueron hombres de entre 18 y 55 años de edad, con un promedio de 32 años, siendo la mayoría con edades entre 25 y 35 años (Tabla VI). El 82% de los entrevistados son originarios de la ciudad de Ensenada, el resto inmigró a la isla desde Sonora y algunas regiones de Baja California Sur. Ellos han habitado Isla Guadalupe desde hace 15 años en promedio, aunque se entrevistó a un habitante que lleva 40 años en la Isla, siendo el único miembro fundador activo de la cooperativa. Poco más del 50% de los entrevistados terminaron estudios de secundaria y el 96% se ha dedicado siempre a la pesca.

El 82% de los pescadores contestaron que no saben de algún ataque de tiburón blanco en la isla, y el resto contestó que sabe por registros históricos o pláticas de antepasados. De la misma forma, el 85% de los encuestados contestaron no saber de alguna persona que haya muerto por un ataque de tiburón.

Se pudo medir una aprobación completa (18%) o una aprobación condicionada (43%) de las actividades turísticas de buceo en jaulas. La principal condicionante fue que se implemente una mejor regulación, sobre todo en el uso de la carnada, la cual quisieran que no fuera utilizada. No obstante, algunos de los entrevistados consideraron que al estar asentados en la isla por más de cincuenta años esta comunidad merece algún grado de participación en la actividad turística para la obtención de algún beneficio de la misma.

Tabla VI. Resumen de las características demográficas de la comunidad de pescadores que habitan en Isla Guadalupe y su opinión respecto a la actividad turística de buceo en jaulas, - Aprueba, da acuerdo con la actividad turística, -No aprueba, en desacuerdo con la actividad turística y -Aprobación condicionada, de acuerdo con la actividad pero con recomendaciones.

	n=	Todos los encuestados (%)	No aprueba (%)	Aprueba (%)	Aprobación condicionada (%)
<b>Encuestados</b>	28		35.70	17.85	42.85
<b>Nacidos en Ensenada</b>	23	82.14	34.78	21.73	39.13
<b>Rango de edades (Prom 32)</b>					
16-25	8	28.57	12.50	50.00	37.50
26-35	13	46.42	46.15	7.69	46.15
36-45	4	14.28	50.00		50.00
46-55	3	10.71	33.33		66.66
<b>Años en la Isla</b>					
0-10	10	35.71	40.00	20.00	40.00
11-20	10	35.71	30.00	20.00	50.00
21-30	7	25.00	28.57	28.57	42.85
>30	1	3.57	100.00		
<b>Principal actividad</b>					
Pesca		96.42	35.71	14.28	42.85
Buceo	8	28.57	50.00	12.50	37.50
En embarcación	19	67.85	31.57	15.78	47.36
En tierra	1	3.57		100.00	
<b>Escolaridad</b>					
Ninguna	1	3.57	100.00		
Primaria	10	35.71	30.00	20.00	50.00
Secundaria	15	53.57	33.33	26.66	40.00
Preparatoria	2	7.14			100.00

Los pescadores realizan sus actividades en la zona de amortiguamiento de la RB Isla Guadalupe. El 68% de los encuestados laboran como pescadores a

bordo de embarcaciones, 28.5% eran buzos y 3.4% realizan labores en tierra. Once de los pescadores (39%) opinaron que la actividad misma de la pesca con buceo representa en sí, un mayor peligro, que el peligro de encontrar algún tiburón blanco abajo del agua. No obstante, el 21% consideró igualmente peligroso tanto la pesca con buceo como al encuentro con un tiburón (Tabla VI). Dentro de las preguntas de la entrevista, se le pedía al pescador que señalara en un mapa de la isla, la región en donde había observado algún tiburón blanco u otro tiburón al bucear o desde la embarcación (Figura 21). El mapa contiene seis regiones: 1) costa norte, 2) costa noreste, 3) costa sureste, 4) costa sur, 5) costa suroeste y 6) costa noroeste, y se agruparon las respuestas de los pescadores según el tipo de encuentro para cada región (Figura 21). Los pescadores indicaron que los tiburones se observan alrededor de toda la isla, donde no se encontraron diferencias significativas entre las seis regiones tanto en la frecuencia de encuentro al bucear ( $\chi^2_{calc} = 7.67; g.l. = 5; p > 0.10$ ), como la frecuencias de observación desde la embarcación ( $\chi^2_{calc} = 2.94; g.l. = 5; p > 0.50$ ). Sin embargo, los datos sugieren que las observaciones de tiburones al bucear o desde la embarcación son más frecuentes en las regiones noreste y suroeste de la isla (Figura 21).

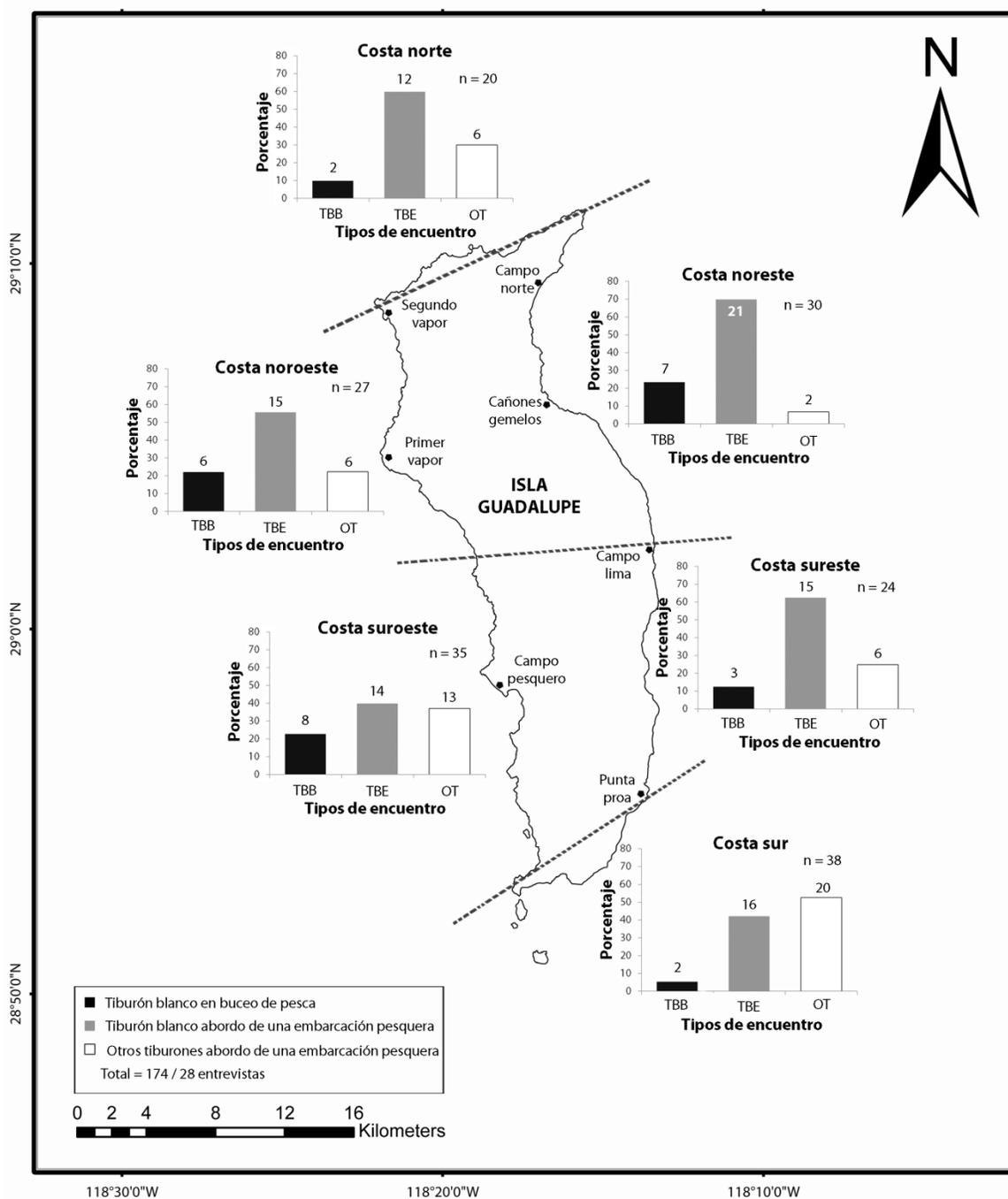


Figura 21. Principales zonas y frecuencia de encuentros con tiburones en isla Guadalupe durante las actividades de pesca comercial. Datos obtenidos mediante entrevistas a la comunidad de pescadores locales.

## VI. Discusión

---

El sector de observación de fauna marina es uno de los sectores con mayor crecimiento dentro de la industria turística, sobre todo el que se realiza a través del buceo autónomo (SCUBA) (Garrod y Gössling, 2008). En la fauna marina, existen algunas especies que son “íconos” para los humanos, las cuales pueden tener un cierto carisma y producir sentimientos de encanto, como es el caso de la observación de mamíferos marinos, o producir un gran temor o aborrecimiento, como es el caso de los tiburones (Dobson, 2008). Con respecto a los tiburones, esta apreciación ha sido muy fuerte, al igual que con otros animales que tienen la capacidad de comerse a los humanos (Dearden *et al.*, 2008). No obstante, la apreciación de los tiburones ha cambiado durante las décadas de 1970 a 2000, principalmente por personas que practican el buceo autónomo (Dearden *et al.*, 2008). En los años setenta, existía un gran temor hacia todos los tiburones, sobre todo a partir de su uso como personajes en el cine americano. Durante los ochenta se dio inicio al buceo con tiburones, con lo que el temor fue disminuyendo, para que en los noventa este tipo de buceo se convirtiera en masivo y se iniciara la actividad de buceo con jaula para tiburón blanco. En los últimos 10 años, la percepción de los tiburones ha cambiado hacia despertar, en los buzos, una necesidad de protegerlos, por lo que algunas especies como los tiburones ballena y blanco se han convertido en “especies bandera” para algunas organizaciones no gubernamentales (Dearden *et al.*, 2008). La RBIG tiene como especie bandera al tiburón blanco, lo cual fue el motivo de la presente investigación.

El impacto del turismo en las especies de fauna marina ha sido muy documentado y varía desde un cambio en el comportamiento de la especie observada (por ejemplo, un acondicionamiento al asociar el cebo con el humano) hasta lesiones o incluso su muerte (Dobson, 2008).

En este estudio se observó un comportamiento diferente en cuanto al nado de los tiburones blancos con y sin presencia de operaciones turísticas respectivamente. Siendo un nado de búsqueda el más frecuente en los tiburones no asociados a una embarcación y un nado de acecho y ataque a la carnada en presencia de una embarcación turística. Más del cincuenta por ciento de las observaciones ocurrieron a menos de 50 m de alguna embarcación y su nado fue característico de un comportamiento de acecho y caza (Tabla V). Estos patrones de comportamiento son congruentes con lo reportado por Klimley et al. (2001) y Martin et al. (2005), quienes describen el comportamiento natural de caza del tiburón blanco. Estos resultados sugieren que la actividad de buceo en jaula está estimulando el comportamiento alimentario del tiburón a partir del uso de la carnada y la pedacería de pescado, produciendo un condicionamiento positivo y aumentando los acechos y ataques (Guttridge *et al.*, 2009). Además, debido a que en las operaciones ecoturísticas de observación en jaula de Isla Guadalupe, en la gran mayoría de los casos, la carnada sólo se usa como atrayente y no se le da al tiburón para que la coma, el gasto energético de los movimientos de acecho y ataque a la carnada no es recompensado. Un gasto energético sin recompensa, a la larga, puede alterar la condición corporal del organismo, lo que podría tener implicaciones en la salud individual y poblacional de la especie (Guttridge *et al.*, 2009). Asimismo, los potenciales efectos de la presencia de embarcaciones turísticas en el área pueden alterar el comportamiento de los tiburones con respecto a sus presas comunes, inhibiendo o distrayendo su comportamiento alimentario (Dobson, 2008). En este estudio, aunque se logró la observación de tiburones aparentemente no asociados a las actividades turísticas, no se logró el registro de ningún evento de alimentación natural, a pesar de que existe en la misma zona de la isla una playa que concentra elefantes y crías de lobos marinos que son presas potenciales para el tiburón blanco. Sin embargo los eventos de alimentación de los cuales se conoce, han sido registrados en la zona sur de la rada, sitio donde este estudio no tuvo capacidad de detección.

Johnson y Kock, (2006) y Laroche *et al.* (2007) realizaron estudios sobre el comportamiento del tiburón blanco con respecto a actividades ecoturísticas de buceo en jaula. Ambos autores utilizaron una combinación de observaciones visuales y seguimiento individual de los tiburones a través de marcas acústicas.

En los dos estudios los tiburones fueron atraídos hacia las embarcaciones ecoturísticas de una manera similar a como se hace en Isla Guadalupe, usando una carnada cercana a la embarcación y pedacería de pescado. La carnada ocasionalmente fue consumida y fue registrada como un condicionamiento positivo. Los estudios obtuvieron diferentes resultados: Johnson y Kock (2006) encontraron que la velocidad de arribo (o de respuesta) a embarcaciones que estaban vertiendo pedacería de pescado al mar fue reduciéndose significativamente con el incremento de la experiencia de los tiburones. Laroche *et al.* (2007) encontraron una tendencia decreciente en la respuesta con el tiempo, en donde animales con un mayor número de recompensas se alejaron de las embarcaciones. Los autores de ambos estudios sugirieron que los tiburones blancos fueron potencialmente afectados por el condicionamiento durante las actividades ecoturísticas, sin embargo este condicionamiento depende del número de recompensas de alimento y la regularidad de participación de los tiburones a nivel individual. Por lo que Laroche *et al.* (2007) sugieren que por lo general, las condiciones para que haya un efecto permanente en el comportamiento que produzca una respuesta aprendida de los tiburones son raramente alcanzadas, por lo que un nivel moderado de actividades ecoturísticas no produce un impacto en el comportamiento de los tiburones blancos. Lo que podría darnos una idea de lo que sucede en Isla Guadalupe.

No obstante, Johnson y Kock (2006), discuten que para tener un condicionamiento positivo es necesaria la obtención de una recompensa ante tal estímulo, cosa que en costas sudafricanas tras las legislaciones de años recientes no sucede, pues la carnada de mano está prohibida, lo que ha orillado a pensar en

condicionamiento negativo, donde el tiburón pierde gradualmente el interés ante el estímulo tras la negativa en la obtención de la recompensa.

Lo mismo puede pensarse en Isla Guadalupe que tras la prohibición por las autoridades mexicanas del uso de carnadas y atrayentes de cualquier tipo para la atracción de tiburones blancos en Isla Guadalupe. Y aunque algunos barcos aun utilizan de forma furtiva las carnadas y vertidos los tiburones rara vez obtienen parcial o totalmente la carnada ofrecida. Sin embargo, no puede descartarse la posibilidad del condicionamiento positivo, pues existe una gran cantidad de barcos de pesca deportiva que visita la isla, y quienes son indirectamente una fuente latente de estímulos y recompensa para esta especie pues estas utilizan vertidos para formar comederos artificiales que faciliten la pesca para los turistas, además de que se sabe, aunque no se tiene un registro oficial, que en un número importante de ocasiones el turista pierde se presa a pocos metros de la superficie tras ser devorada por tiburones blancos que rodean la embarcación. Lo que supone los elementos necesarios (estímulo-recompensa) para un condicionamiento positivo.

El ecoturismo de tiburones, sobre todo aquel que hace uso de carnada, ha despertado otro tipo de preocupación relacionada con la probabilidad de que los tiburones se habitúen a la presencia de humanos en el agua, lo que podría aumentar un comportamiento agresivo hacia los buzos o incrementar los ataques a otros usuarios del mar (Dobson, 2008). Esta preocupación está mayormente justificada en el caso de buceo para alimentar directamente a los tiburones, como sucede en varios países caribeños.

Al analizar los diversos factores que contribuyen a los ataques no provocados, o repentinos, de tiburones a humanos, Burgess *et al.* (2010) concluyen que a pesar de que no se entiende completamente el por qué de estos ataques, en su mayoría son casos de un error de identificación de la presa por parte del tiburón y no una agresión a los humanos *per se*. Asimismo, Burgess y

Callahan (1996), al analizar 159 casos de ataques no provocados de tiburón blanco en el mundo, encontraron que la gran mayoría fueron muy cercanos a la superficie (0 - 2 m). En Isla Guadalupe se pesca abulón y pepino de mar con equipos tipo hookah, en donde el buzo baja al fondo solo y se mantiene conectado a la embarcación a través de un cabo de vida y una manguera para respirar el aire que le es enviado por un compresor desde la panga. Dependiendo del tiempo que haya estado en el fondo, el buzo, durante su ascenso, debe de realizar paradas de compensación a diferentes profundidades intermedias, y es principalmente durante este tiempo en que pueden estar expuestos a un ataque no provocado de los tiburones blancos en la zona.

Durante el estudio, no se observó ninguna embarcación que realizara pesca con buceo dentro del área de detección debido a que durante la temporada de buceo turístico para la observación de tiburón blanco en esta zona sólo se pesca con trampas para langosta, lo cual no implica ningún buceo por parte de los pescadores locales. Tampoco se registró alguna interacción entre algún tiburón blanco y una embarcación tipo panga dedicada a la pesca. Asimismo, los tiempos de coincidencia de embarcaciones turísticas con las de pesca local fueron muy reducidos. Estos resultados sugieren que es poco probable que los tiburones que han sido condicionados por las embarcaciones turísticas relacionen a las pangas de pescadores de una manera similar, además de que las disimilitudes, visuales y olfatorias, entre embarcaciones (turísticas y pangas) son significativas, lo que es congruente con lo reportado por Johnson y Kock (2006) al referirse a otros usuarios del mar. Del mismo modo un buzo de abulón representa un estímulo visual (por lo general se encuentran a mayores profundidades) y olfatorio muy diferente al que una embarcación de buceo en jaula representa para el tiburón, por lo que se considera altamente improbable que estas actividades incrementen la probabilidad de ataque a un buzo de abulón.

En referencia a la percepción de la comunidad local ante la actividad, dentro de los encuestados hubo diversas opiniones sobre lo que sienten al ver a

un tiburón blanco, ya sea bajo el agua o desde la embarcación. La expresión más común fue de miedo ante el tamaño del animal, pero en algunos casos también inspira admiración. Al preguntar la opinión sobre el hecho de que los tiburones habiten alrededor de la isla, el 71% expresó orgullo y agrado por convivir con esta especie animal. Por lo que se puede concluir que es comprensible el temor que se tiene ante el condicionamiento de esta especie, sin embargo, se puede vislumbrar que cualquier sentimiento de rechazo, es más una reacción consecuencia al enfado de sentir una invasión, principalmente extranjera, a la que consideran, apropiadamente, su isla. Sin embargo, poco más del 61% de los encuestados aprueba la actividad tras una correcta regulación y vigilancia de la misma, además de exigir un porcentaje de participación en la actividad para beneficio de la misma comunidad.

Si bien los objetivos planteados en este trabajo se cumplen, aún hace falta entender las consecuencias ecológicas que el condicionamiento implica, tal como el posible desequilibrio al balance energético por la alimentación a base de carnada y el gasto energético que esto implica. Se recomienda continuar e implementar nuevas metodologías para tratar de entender el comportamiento y la interacción de los tiburones con las embarcaciones turísticas. Se recomienda se continúe con el uso del punto alto de observación establecido en este proyecto, ya que brinda una manera de observar las interacciones de una manera independiente a las operaciones de las embarcaciones. Por otro lado, este punto de observación independiente, permite tener una panorámica de las actividades cuando hay varias embarcaciones al mismo tiempo en el área, permitiendo una mejor vigilancia. También se recomienda la utilización de marcaje acústico y un establecimiento de sistema de radio boyas (SRB) que nos ayude a entender lo que sucede con los tiburones que no se aproximan a la superficie, impidiendo ser detectados desde tierra, pero que se encuentran interactuando activamente con las embarcaciones turísticas.

## VII. Conclusiones

---

1. Se observó un comportamiento diferente entre los tiburones blancos dependiendo su interacción con las embarcaciones ecoturísticas de observación en jaulas. Los tiburones sin interacción presentaron un comportamiento de nado de crucero o búsqueda, mientras que los tiburones con interacción presentaron un comportamiento, asociado al estímulo de la carnada, con movimientos de acecho y ataque.
2. Se pudieron registrar 11 patrones de comportamiento diferentes de los tiburones blancos, los cuales incluyeron salto afuera del agua y diversos tipos de nado. Durante las 108 horas de observación desde tierra, no se observó ningún ataque a humanos, ni ningún evento de depredación natural.
3. Los resultados de las observaciones desde tierra nos permiten establecer una línea base para el estudio del comportamiento de los tiburones blancos en el noreste de Isla Guadalupe. No obstante, para entender los efectos de las actividades ecoturísticas en el comportamiento, y el posible condicionamiento positivo a largo plazo, se debe de hacer uso de técnicas que permitan registrar el comportamiento individual de los tiburones, como pueden ser las técnicas de marcaje acústico con una red de receptores en el área de detección, durante un tiempo mínimo de 5 años (capacidad máxima de funcionamiento actual de las marcas acústicas).

4. La comunidad de pescadores de Isla Guadalupe percibe a los tiburones blancos como parte de su entorno y se muestran orgullosos de compartir su entorno con esta especie, sin embargo si les produce temor bajo el agua al realizar sus actividades pesqueras, aunque no los consideran un gran peligro.
5. El 85% de los entrevistados afirman no saber de ningún ataque de tiburón blanco. Hasta ahora no ha habido ningún pescador de la isla muerto por un ataque de esta especie.
6. La mayoría de los pescadores no rechaza las actividades ecoturísticas de observación en jaula, y consideran que ésta puede continuar, pero con un mejor sistema de manejo, prohibiendo el uso de la carnada y permitiéndoles algún grado de participación en la actividad.

## VIII. Bibliografía

---

Batiza, R., 1977. Petrology and chemistry of Guadalupe Island: an alkali seamount on a fossil ridge crest. *Geology*, 5:760-764 p.

Baum, J. y B. Worm, 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of animal Ecology*, 2009(78):699-714 p.

Bernard, R.H., 2006. Research methods in anthropology: Qualitative and quantitative approaches. Cuarta ed. AltaMira Press. 810 pp.

Bonfil, R., M. Meyer, M. C. Scholl, R. Johnson, S. O'Brien, H. Oosthuizen, S. Swanson, D. Kotze y M. Paterson, 2005. Transoceanic migration, spatial dynamics, and population linkages of white sharks. *Science*, 310(5745):100-103 p.

Bruce, B.D., 1992. Preliminary Observations on the Biology of the White Shark, *Carcharodon carcharias*, in South Australian waters. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 1992(43):1-11 p.

Bruce, B., J. Stevens y H. Malcolm, 2006. Movements and swimming behavior of white sharks (*Carcharodon carcharias*) in Australian waters. *Marine Biology*, 150(2):161-172 p.

Burgess G.H. y M. Callahan. 1996. Worldwide patterns of white shark attacks on humans. En: Klimley A.P. y D.G. Ainley (eds.) Great white sharkm the biology of *Carcharodon carcharias*. Academic Press, San Diego, CA. 457-470 p.

Burgess, G.H., R.H. Buch, F. Carvalho, B.A. Garner, y C.J. Walker. 2010. Factors contributing to shark attacks on humans: a Volusia Country, Florida, case study. En: Carrier F.C., J.A. Musick, M.R. Heithaus (eds.) Shark and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology and conservation. CRC Press, Boca Raton, FL. 541-566 p.

Calliet, G.M., L. J. Natanson, B. A. Weldon y D. A. Ebert, 1985. Preliminary studies on the age and growth of the white shark *Carcharodon carcharias*, using vertebral bands. South California Academic Science Memorial, 9:49-60 p.

Chapple, T., S. Jorgensen, S. Anderson, P. Kanive, Klimley, W. Botsford y B. Block, 2010. A first estimate of white shark, *Carcharodon carcharias*, abundance off central California using photo-identity marking. En: Domeier, M., Alison, John y Kevin, Eds. International White Shark Symposium. Honolulu, Hawaii del 7 al 10 de febrero de 2010.

Clif, G., 2006. A review of sharks attacks in False Bay and the Cape Peninsula between 1960 and 2005. En D.C. Nel y T.P. Peschak, Eds. finding balance: White shark conservation and recreational safety in the inshore waters of Cape Town, South Africa; Proceedings of a specialist workshop. WWF South Africa Report Series. 206/Marine/001 p.

Cliff, R. P. Van Der Elst, A. Govender, T. K. Witthuhn y E. M. Bullen, 1996. First estimates of mortality and population size of white sharks on the South Africa coast. En A.P. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark: the biology of *Carcharodon carcharias*. Primera edición ed. San Diego, California: Academic Press. 393-400 p.

Cobos-Terrazas, D., 2007. Info-Rural: Pesca y agricultura. [En línea] Disponible en: [http://www.inforural.com.mx/noticias.php?&id\\_rubrique=293&id\\_article=13941](http://www.inforural.com.mx/noticias.php?&id_rubrique=293&id_article=13941) [Consultado Febrero 2010].

Collier, R.S., 1992. Recurring attack's by white sharks on divers at two Pacific sites off México and California. Environmental Biology of Fishes, (33):319-325 p.

Compagno, L.J.V., 2002. *Carcharodon carcharias*. En: Compagno, L.J.V., Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species know to date. 21st ed. Rome: FAO. 100-108 p.

Compagno, L.J.V., 2002. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). 1st ed. Rome: FAO. 269 pp.

Compagno, L.J.V., M. A. Marks y I. K. Fergusson, 1997. Threatened fishes of the world: *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) (Lamnidae). Environmental Biology of Fishes, 1997(50):61-62 p.

CONANP-SEMARNAT, 2009. Programa de manejo: Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe. Borrador. Ensenada, Baja California: Instituto Nacional de Ecología. 163 pp.

Dearden, P., K.N. Topelko, y J. Ziegler. 2008. Tourist interactions with sharks. En: Highman, J. and Lück M. (eds.) Marine wildlife and tourism management. CABI, Wallingford, UK. 66-90. p.

Delgado-Argote, L.A., J. Gracia-Adbeslem y R. Mendoza-Borunda, 1993. Correlación geológica entre la batimetría y los rasgos estructurales del oriente de la Isla Guadalupe. En: L.A. Delgado-Argote y A. Martín-Barajas, Eds. Contribuciones a la tectónica del occidente de México. 1st ed. Ensenada, Baja California: Unión Geofísica Mexicana. 1-11 p.

Dewar, H., M. Domeier y N. Nasby-Lucas, 2004. Insights into young of the year white shark, *Carcharodon carcharias*, behavior in the Southern California Bight. Environmental Biology of Fishes, (70), 133-143 p.

Dobson, J., 2008. Shark! A new frontier in tourist demand for marine wildlife. En: J. Highman y M. Luck, Eds. Marine wildlife and tourism management. CABI, Oxford shire. 49-69 p.

Domeier, M. y N. Nasby-Lucas, 2007. Annual re-sightings of photographically identified white sharks (*Carcharodon carcharias*) at an eastern Pacific aggregation site (Guadalupe Island, México). *Marine Biology*, 150(5): 977-984 p.

Domeier, M.L. y N. Nasby-Lucas, 2008. Migration patterns of white sharks *Carcharodon carcharias* tagged at Guadalupe Island, México, and identification of an eastern Pacific shared offshore foraging area. *Marine Ecology Progress Series*, 370, 221-237 p.

Ellis, R. y J. E. McCosker, 1991. Food and feeding. En: *Great White Shark*. Primera ed. Stanford, California: Stanford University Press. 97-119 p.

Fergusson, I.K., J.V. Compagno y Marks, 2000. Predation by white sharks *Carcharodon carcharias* (Chondrichthyes: Lamnidae) upon chelonians, with new records from the Mediterranean Sea and a first record of the ocean sunfish *Mola mola* (Osteichthyes: Molidae) as stomach contents. *Environ Biol Fishes*, (58):447-453 p.

Fergusson, I.K., 1996. Distribution and autecology of the White Shark in the Eastern North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. *Great White Shark, The Biology of Carcharodon carcharias*. Primera ed. Hertfordshire, England: Academic Press. 321-345 p.

Fergusson, I., L. J.V. Compagno y M. Marks, 2005. Assessment information. En: T.I.U.f.C.o. Nature, ed. *Carcharodon carcharias*, Red list category and criteria.

Ferreira, C.A. y T. P. Ferreira, 1996. Population dynamic of White Sharks in South Africa. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. *Great White Shark, The Biology of Carcharodon carcharias*. Primera ed. Cape Town, South Africa: Academic Press. 381-391 p.

Ferretti, F., R. A. Myers, F. Serena y H. Lotze, 2007. Loss of Large Predatory Sharks from the Mediterranean Sea. Conservation Biology, Contributed paper, 13 p.

Francis, M.P., 1996. Observations on the pregnant white shark with a review of reproductive biology. En: A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark: the biology of *Carcharodon carcharias*. Primera edición ed. San Diego, California: Academic Press. 157-172 p.

Gabriotti, V. y. De Maddalena, 2004. Observations of an approach behavior to a possible prey performed by some great white sharks, *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758), at the Neptune Islands, South Australia. Boll Mus Civ St Nat Venecia, (55):151-157 p.

Gallo-Reynoso, J.P., 1994. Factors affecting the population status of Guadalupe Fur Seal, *Arctocephalus townsendi* (Merriam, 1987) at Isla de Guadalupe, Baja California, México. Tesis Doctoral. Santa Cruz University Press. 222 pp.

Gallo-Reynoso, J.P. y A. L. Figueroa-Carranza, 2005. Los cetáceos de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Prado y E. Peters, Eds. Isla Guadalupe: Restauración y conservación. 0th ed. Ensenada, Baja California: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 203-217 p.

Gallo-Reynoso, J.P., A. L. Figueroa-Carranza y M. P. Blanco-Parra, 2005. Los Tiburones de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Prado y E. Peters, Eds. Isla Guadalupe: Restauración y conservación. Primera ed. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 143-169 p.

Gallo-Reynoso, J.P., B. J. Le Boeuf, A. L. Figueroa-Carranza y M. O. Maravilla-Chávez, 2005. Los pinnípedos de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Prado y E. Peters, Eds. Isla Guadalupe: Restauración y conservación. Primera ed. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 171-201 p.

García-Gutiérrez, C. A. Hinojosa-Corona, E. Franco-Viazcaino, Riggan, J. Philip, G. Bocco, L. Luna-Mendoza, A. Aguirre-Muñoz, J. Maytorena-Lopez, K. Bradford, B. Tershy, M. Rodriguez-Malagon, N. 2005. Cartografía base para la conservación de Isla Guadalupe, B.C., México. Avances, perspectivas y necesidades. En: K. Santos del Prado y E. Peters, Eds. Isla Guadalupe: Restauración y conservación. Primera ed. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 19-26 p.

Garrod, B. y Gössling, S. 2008. New frontiers in marine tourism: diving experience, sustainability, management. Elsevier, Amsterdam. 226 p.

Gubili, C., M. Branco, C. Duffy, G. Cliff, S. Wintner, M. Shivji, D. Chapman, B. Bruce, J. Stevens, A. Kock, R. Johnson, H. W. Oosthuizen, M. Meijer, J. E. Sarginson, A. P. Martin, D. W. Sims, C. S. Jones, L. R. Noble, 2010. Application of Molecular Genetics for Conservation of the Great White Shark, *Carcharodon carcharias*, L. 1758. En: Domeier, M., Alison, John y Kevin, Eds. International White Shark Symposium. Honolulu, Hawaii del 7 al 10 de febrero de 2010.

Guttridge T., A. Myrberg, I.F. Porcher, D.W. Sims, y J. Krause. 2009. The role of learning in shark behavior. Fish and Fisheries. 10: 450-469.

Heneman, B. y M. Glazer, 1997. More rare than dangerous: A case study of White Shark conservation in California. En: P. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark, the biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. Bodega Bay, California: Academic Press. 481-491 p.

Hernández de la Torre, B., G. Gaxiola-Castro, R. Aguirre-Gómez, S. Alvares-Borrego, R. Lara-Lara y S. Nájera-Martínez, 2005. Serie de tiempo de productividad (1970-2003) en el ecosistema marino de Isla Guadalupe. En: K. Santos del Prado y E. Peters, Eds. Isla Guadalupe: Restauración y conservación. Primera ed. Ensenada, Baja California: Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT). 135-141 p.

Hoyos-Padilla, M.E., 2008. Patrones de movimiento del tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*) en Isla Guadalupe, México. Tesis Doctoral. La Paz, Baja California: CICIMAR-IPN Instituto Politécnico Nacional: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. 129 pp.

Iñiguez-Hernández, L., 2008. Diagnóstico de la actividad turística desarrollada con tiburón blanco *Carcharodon carcharias* en Isla Guadalupe, Baja California. Tesis de Maestría. Ensenada, Baja California: Universidad Autónoma de Baja California, Facultad de Ciencias. 132 pp.

Johnson, R. y A. Kock, 2006. South Africa's White Shark cage-diving industry: is their cause for concern? En: D.C. Nel y T.P. Peschak, Eds. Finding a balance: White shark conservation and recreational safety in the inshore waters of Cape Town, South Africa; proceedings of a specialist workshop. 2006th ed. Cape Town: WWF South Africa Report. 40-59 p.

Johnson, L. Venter, M. Bester y. H. Oosthuizen, 2006b. Seabird predation by white shark and Cape fur seal at Dyer Island. South African J Wildlife Res, 1(36):1-10 p.

Jorgensen, S.J., C. A. Reeb, T. K. Chapple, S. Anderson, C. Perle, S. R. Van Sommeran, C. Fritz-Cope, A. C. Brown, P. A. Klimley y B. A. Block, 2010. Philopatry and migration of Pacific white sharks. Proceedings of the Royal Society B, 277:679-688 p.

Klimley, P.A., 1985. The aerial distribution and autoecology of the white shark, *Carcharodon carcharias*, off the West Coast of North America. En: G. Sibley, J.A. Seigel y C.C. Swift, Eds. The Biology of the White Shark: a symposium. Novena ed. Memories of the Southern California Academy of Sciences. 15-40 p.

Klimley, P.A. y S. D. Anderson, 1996. Residency patterns of White Sharks at the Farallon Islands, California. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White

Shark, The Biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. Bodega Bay, California: Academic Press. 365-379 p.

Klimley, P.A., S. D. Anderson, P. Pyle y R. P. Henderson, 1992. Spatiotemporal Patterns of White Shark (*Carcharodon carcharias*) Predation at the South Farallon Islands, California. *Copeia*, 1992(3):680-690 p.

Klimley, P.A., B. J. Le Boeuf, K. M. Cantara, J. E. Richert, S. Davis y S. Van Sommeran, 2001. Radio-acoustic positioning as a tool for studying site-specific behavior of the white shark and other large marine species. *Marine Biology*, 138(2):429-446 p.

Klimley, P.A., P. Pyle y S. D. Anderson, 1996. The Behavior of White Sharks and their pinniped prey during predatory attacks. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark, The Biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. Bodega Bay, California: Academic Press. 175-191 p.

Klimley, P.A., S. Beavers. H. Curtis y S. Jorgensen, 2002. Movements and swimming behavior of three species of sharks in La Jolla Canyon, California. *Environmental Biology of Fishes*, (63):117–135 p.

Kock, A., 2005. White shark behavioral ecology in False Bay and environmental, biological and human activity factors that influence white shark activity patterns. An expansion of the Seal Island white shark behavioral ecology project. South África: Save our Seas, Foundation. 11 pp.

Kruger, O., 2005. The role of ecotourism in conservation: panacea or Pandora's box? *Biodiversity Conservation*, 2005(14):579-600 p.

Lamberth, S.J., 2006. A review of white shark and other chondrichthyan interactions with the beachseine (treknet) fishery in False Bay, South Africa. En: D.C. Nel y T.P. Peschak, Eds. Finding a balance: White shark conservation and

recreational safety in the inshore waters of Cape Town, South Africa; proceedings of a specialist workshop. 2006001st ed. WWF South Africa Report Series.

Laroche, K.R., A. A. Kock, D. M. Lawrence y H. W. Oosthuizen, 2007. Effects of provisioning ecotourism activity on the behavior of white sharks *Carcharodon carcharias*. Marine Ecology Progress Series, 338:199-209 p.

Le Boeuf, B.J., 2004. Hunting and migratory movements of white sharks in the eastern North Pacific. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue (58):89-100 p.

Long, D.J., 1996. Records of white shark-bitten Leatherback Sea Turtles along the Central California Coast. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark, The Biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. San Francisco, California: Academic Press. 317-319 p.

Long, D.J. y R. E. Jones, 1996. White shark predation and scavenging on cetaceans in the Eastern North Pacific Ocean. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark, The Biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. Bodega Bay, California: Academic Press. 293-307 p.

Lonsdale, P., 1991. Structural patterns of the Pacific floor offshore of peninsular California. En: J.P. Dauphin y B.R.T. Simoneit, Eds. The Gulf and Peninsular province of the California. 47th ed. San Diego, California: American Association of Petroleum Geologists. 87-125 p.

Lynn, R.J. y J. J. Simpson, 1987. The California Current system: the seasonal variability of its physical characteristics. Journal of Geophysical Research, 92(c12)(12,947-12):966 p.

Malpica-Cruz, L., 2009. Evaluation of Trophic Levels and Feeding Grounds of Northeastern Pacific Sharks as a function of Ontogeny Based on Stable Isotope Analysis. Tesis de Maestría en Ciencias. Ensenada, Baja California: CICESE Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. 71 pp.

Martin, A.R., N. Hammerschlag, R. S. Collier y C. Fallows, 2005. Predatory behavior of White Shark (*Carcharodon carcharias*) at Seal Island, South Africa. *Journal of the Marine Biology Association*, 2005(85):1121-1135 p.

Martin, A.R., D. K. Rossmo y N. Hammerschlag, 2009. Hunting patterns and geographic profiling of white shark predation. *Journal of Zoology*, 279(2):111-118 p.

McCosker, J.E. y R. N. Lea, 1996. White Shark attacks in the Eastern Pacific Ocean: An update and analysis. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. *Great White Shark, The Biology of Carcharodon carcharias*. Primera ed. San Francisco, California: Academic Press. 419-434 p.

Miller, M.L., 1993. The rise of coastal and marine tourism. *Ocean Coast Manag*, 1993(20):181-199 p.

Nasby-Lucas, N., H. Dewar, C. H. Lam, K. J. Goldman y M. L. Domeier, 2009. White Shark Offshore Habitat: A Behavioral and Environmental Characterization of the Eastern Pacific Shared Offshore Foraging Area. *Plos one*, 4(12):e8163 p.

Orams, M.B., 2000. Feeding wildlife as a tourism attraction: a review of issues and impacts. *Tourism management*, 23(3):281-293 p.

Pardini, A.T. C. S. Jones, L. R. Noble,, B. Kreiser, H. Malcom, B. D. Bruce, J. D. Stevens, G. C. Cliff, M. C. Scholl, M. Francis, C. A. J. Duffe, A. P. Martin, 2001. Sex-biased dispersal of great white sharks. *Nature*, (412):139-140 p.

Paul, M. y P. Bateson, 2008. *Measuring Behavior An Introductory Guide*. Tercera ed. Cambridge. 176 pp.

Pratt, H.L.J., 1996. Reproduction in the male white shark. En: A.P. Klimley y D.G. Ainley, Eds. *Great White Shark: the Biology of Carcharodon carcharias*. Primera edición ed. San Diego, California: Academic Press. 131-138 p.

Pyle, P., S. Anderson y A. Brown, 2003. White Shark research at Southeast Farallon Island. Report. San Francisco, California: Farallon National Wildlife Refuge. 9 pp.

Pyle, P., P. A. Klimley, S. D. Anderson y P. R. Henderson, 1996. Environmental factors affecting the occurrence and behavior of white sharks at the Farallon Islands, California. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark, The Biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. Stinson Beach, California: Academic Press. 281-291 p.

RBIG-CONANP, 2007. Manual de buenas prácticas para el buceo en jaula para la observación del tiburón blanco en la Reserva de la Biosfera Isla Guadalupe. Primera ed. Ensenada, Baja California: RBIG Press. 25 pp.

Santana-Morales, O., 2008. Composición específica de elasmobranquios capturados por la pesca artesanal en Bahía Vizcaíno, B.C., México: análisis de un registro histórico. Tesis de Maestría en Ciencias. Ensenada, Baja California: CICESE Press Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). 48 pp.

Shiviji, M.S., D. D. Champa, E. K. Pikith y P. W. Raymond, 2005. Genetic profiling reveals illegal international trade in fins of the great white shark, *Carcharodon carcharias*. *Conservations Genetics*, (6):1035-1039 p.

Sosa-Nishizaki, O., E. Morales-Bojórquez, M. Domeier y N. Nasby-Lucas, 2010. Estimating the white shark, *Carcharodon carcharias*, population in Guadalupe Island, México, based on mark-recapture data. En: Domeier, M., Alison, John y Kevin, Eds. International White Shark Symposium. Honolulu, Hawaii del 7 al 10 de febrero de 2010.

Strong Jr, W.R., 1996. Repetitive aerial gaping: a thwart-induced behavior in with sharks. En: Klimley y Ainley, Eds. Great white sharks: the biology of *Carcharodon carcharias*. Primera edición ed. San Diego, California: Academic Press. 207-215 p.

Strong, W.R.J., B. D. Bruce, D. R. Nelson y R. D. Murphy, 1996. Population Dynamics of White Sharks in Spencer Gulf, South Australia. En: P.A. Klimley y D.G. Ainley, Eds. Great White Shark, The Biology of *Carcharodon carcharias*. Primera ed. Santa Barbara, California: Academic Press. 401-414 p.

Strong, W.R., R. C. Murphy, B. D. Bruce y D. R. Nelson, 1992. Movements and associated observations of bait-attracted White Sharks, *Carcharodon carcharias*: A preliminary report. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 43(1):13-20 p.

Tricas, T.C. y J. E. McCosker, 1984. Predatory behavior of the white Shark (*Carcharodon carcharias*), with notes on its biology. Proceedings of the California Academy of Sciences, 43(14):221-238 p.

Weng, K., A. Boustany, P. Pyle, S. Anderson, A. Brown y B. Block, 2007a. Migration and habitat of white sharks (*Carcharodon carcharias*) in the eastern Pacific Ocean. Marine Biology, 152(4):877-894 p.

Weng, K.C., J. B. O'Sullivan, C. G. Lowe, C. E. Winkler, B. A. Block y H. Dewar, 2007b. Movements, behavior and habitat preferences of juvenile white sharks *Carcharodon carcharias* in the eastern Pacific. Marine Ecology Progress Series, 2007(338):211-224 p.

## IX. Anexo 1

---

**IX.1 Cuestionario aplicado a pescadores de Isla Guadalupe, referente a la percepción sobre las actividades de buceo en jaula para la observación de tiburones blancos en la isla.**



Número de entrevista (Codificar por entrevistador): \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_ Género: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ Principal actividad: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuál es su lugar de nacimiento?: \_\_\_\_\_
2. ¿Cuántos años lleva viviendo en Isla Guadalupe?: \_\_\_\_\_
3. ¿Es miembro activo de la cooperativa?: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
4. ¿Tiene algún cargo en la cooperativa?: \_\_\_\_\_
5. Escolaridad: \_\_\_\_\_ Duración de sus estudios: \_\_\_\_\_
6. ¿Cuál es su ocupación durante la temporada de abulón?; (Buzo, motorista, cabo de vida, permanece en el campamento o regresa a la ciudad)

7. ¿Cuál es su ocupación durante la temporada de langosta?: (Coloca las trampas, fabrica y repara trampas, permanece en el campamento o regresa a la ciudad)
8. ¿Cuál es su ocupación durante la temporada de pepino de mar?: (Buzo, motorista, cabo de vida, permanece en el campamento o regresa a la ciudad)
9. ¿Podría indicar en el mapa sus principales sitios de pesca?: **A**bulón(A), **L**angosta(L) y **P**epino(P)
10. ¿Siempre ha tenido la misma ocupación?, ¿Tenía otra actividad antes de vivir en Guadalupe?):
11. ¿Alguna vez ha visto a un tiburón blanco durante un buceo?: Si\_\_\_ No\_\_\_  
(No--> siga a la pregunta 16)
12. ¿En más de una ocasión?, ¿Cuántas?
13. ¿Podría describir alguna de estas experiencias?
14. ¿Podría señalar en el mapa donde sucedió o donde es frecuente que suceda?
15. ¿Cuál fue su reacción al encuentro?

16. ¿Alguna vez ha visto a un tiburón blanco a bordo de una embarcación?:  
Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_ (No--> siga a la pregunta16)
17. ¿En más de una ocasión?, ¿Cuántas?
18. ¿Podría describir alguna de estas experiencias?(enfaticar si se acercó por proa, popa o por los costados y si se demostró alguna agresión como atacar el motor o alguna trampa o equipo de pesca) ¿Podría señalar en el mapa? (código TBE)
19. ¿Cuál fue su reacción al encuentro?
20. ¿Ha visto algún otro tipo de tiburón? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ ¿conoce el nombre común?; ¿Podría señalar en el mapa donde sucedió? (código OT).
21. ¿Considera al tiburón blanco un peligroso en su trabajo? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ ¿Por qué?:
22. ¿Sabe de caso de ataque por tiburón blanco en Isla Guadalupe?  
No\_\_\_\_\_  
Sí\_\_\_\_\_ Explicar:
23. ¿Conoce de algún ataque letal por el ataque de un tiburón blanco aquí en Isla Guadalupe?  
No\_\_\_\_\_  
Si\_\_\_\_\_ Explicar:

24. ¿Qué cree que sea más peligroso?, ¿algún accidente de buceo o un encuentro de tiburón blanco?

25. ¿Conoce de las embarcaciones turísticas que visitan la Isla para observar a los tiburones? Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_, ¿Qué piensa al respecto?

Aprueba\_\_\_\_\_

No aprueba\_\_\_\_\_

Aprobación condicional\_\_\_\_\_

Explicación:

26. ¿Cuál; es su opinión de que los tiburones habiten la Isla?

Mapa de Isla Guadalupe, señalar en dónde captura Abulón (A),  
Langosta (L), Pepino (P), observo TBB, TBE, OT

