

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA



FACULTAD DE CIENCIAS



MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS EN ZONAS ÁRIDAS

“IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE MONITOREO POTENCIAL DE TORTUGA PRIETA
(CHELONIA MYDAS) EN LA LAGUNA OJO DE LIEBRE, BAJA CALIFORNIA SUR,
MEDIANTE EL MAPEO PARTICIPATIVO Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA”

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta

GERARDO GARIBAY MELO

ENSENADA, B.C., AGOSTO DE 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS
MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS EN ZONAS ÁRIDAS

“IDENTIFICACIÓN DE SITIOS DE MONITOREO POTENCIAL DE TORTUGA PRIETA
(CHELONIA MYDAS) EN LA LAGUNA OJO DE LIEBRE, BAJA CALIFORNIA SUR,
MEDIANTE EL MAPEO PARTICIPATIVO Y LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA”

TESIS

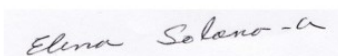
Que para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta

GERARDO GARIBAY MELO

Aprobado por



Ma Elena Solana Arellano

DIRECTORA



María Evarista Arellano García

CODIRECTORA



Martha Ileana Espejel Carbajal

SINODAL

AGRADECIMIENTOS

Al Posgrado en Manejo de Ecosistemas en Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Baja California.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo otorgado a través del programa de becas de maestría (no. de becario 606479)

A mi asesora, la Dra. Elena Solana Arellano por...

A mis sinodales, la Dra. Evarista Arellano y la Dra. Ileana Espejel por....

A la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y la Reserva de la Biósfera del Vizcaíno y el departamento de ecología de Exportadora de Sal S.A., por su invaluable apoyo durante el trabajo de campo y por proporcionar datos de monitoreo. A ProEsteros A.C. y Grupo Tortuguero de las Californias A.C., por proporcionar mapas y datos de monitoreo.

A la comunidad de Guerrero Negro, en particular a los pescadores, biólogos y técnicos cuyo valioso conocimiento ha hecho posible este trabajo. En particular, agradezco al Ing. Fabían Castillo, cuya perspectiva única como pescador y científico aportó de manera invaluable a este trabajo; a Noé López; Joaquín Rivera “El Piñón” y Gabriel Zaragoza.

A toda mi familia quien me ha apoyado en todo este tiempo de la maestría, sobre todo en las etapas más difíciles. En especial a Michelle, quien me ha ayudado en muchos aspectos, en todo este proceso del posgrado.

RESUMEN

El manejo y la conservación de las especies longevas y con historia de vida compleja, como las tortugas marinas, requiere datos de monitoreo que permitan evaluar de manera robusta su dinámica poblacional y su abundancia. Para identificar sitios potenciales de monitoreo de *Chelonia mydas*, se integraron técnicas de mapeo participativo, revisión de bases de datos y percepción remota, en un sitio índice de alimentación, el Sistema Lagunar Ojo de Liebre (SL) en Baja California Sur, México. Se utilizó un aproximación de investigación transdisciplinaria que incorporó el conocimiento de la comunidad con métodos de ecología del paisaje. Se utilizaron métodos de percepción remota para evaluar la distribución y cobertura de *Zostera marina* —uno de los principales alimentos de *C. mydas*— dentro del SL. Asimismo, se realizaron actividades de mapeo participativo con pescadores de la localidad, para identificar sitios de pesca histórica de *C. mydas* dentro del SL. Adicionalmente, se revisaron las bases de datos de los monitoreos de *C. mydas* (2001-2018) para identificar, mapear y analizar su distribución espacial.

El conjunto de estas fuentes de datos permitió identificar 6 sitios de monitoreo potencial de *C. mydas*. Los sitios de monitoreo potencial identificados en la presente investigación, pueden servir como punto de partida para extender el monitoreo a nuevos sitios en el SL y para generar datos robustos que ayuden al buen manejo y conservación de la especie. Este método, puede replicarse en zonas de alimentación de *C. mydas* alrededor del mundo, como el Mediterráneo, el Caribe y la región Indo-Pacífico (e.g., Australia, Indonesia, India, etc.).

ABSTRACT

Conservation and management of long-lived species with a complex life history, such as sea turtles, requires monitoring data that allows a robust evaluation of their population dynamics and abundance. Potential *Chelonia mydas* monitoring sites at an index feeding area (the Ojo de Liebre Lagoon System (LS) in Baja California Sur, Mexico) were identified by integrating participatory mapping, database analysis and remote sensing techniques. This transdisciplinary research approach incorporated community knowledge with landscape ecology methods. Remote sensing methods were used to evaluate the distribution and coverage of *Zostera marina*, one of *C. mydas*' primary food sources, within the LS. Likewise, participatory mapping activities were carried out with local fishers, to identify historical *C. mydas* fishing sites within the LS. Additionally, *C. mydas* monitoring databases (2001-2018) were reviewed to identify, map and analyze the spatial distribution of scientific monitoring.

These multiple data sources allowed for the identification of 6 potential *C. mydas* monitoring sites, which, can serve as a starting point to extend monitoring into new sites within the SL and to generate robust data that can foster optimal management and conservation of this species. This method can be replicated in *C. mydas* feeding areas worldwide, such as the Mediterranean, the Caribbean and the Indo-Pacific region.

ÍNDICE DE TEXTO

Agradecimientos	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Índice de texto	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Índice de mapas	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Biología y ecología de <i>Chelonia mydas</i>	2
1.2 Historia natural de <i>Z. marina</i>	6
1.3 Breve reseña histórica de la pesquería de tortuga en Guerrero Negro	6
1.4 Monitoreo y conservación de <i>C. mydas</i>	8
1.5 Zona de estudio	10
2. ANTECEDENTES	13
2.1 Biogeografía y ecología histórica de tortugas marinas	14
2.2 Ecología espacial	16
2.3 Sistemas de información geográfica aplicados a la vegetación marina	18
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. OBJETIVOS	27
4.1 Objetivo general	27
4.2 Objetivos específicos	27

5. METODOLOGÍA	28
5.1 Método etnográfico	28
5.1.1 Definición del método	28
5.1.2 Trabajo de campo etnográfico	29
5.2 Mapeo participativo	33
5.3 Revisión de la base de datos de monitoreo	36
5.4 Sistemas de información geográfica y percepción remota	40
5.4.1 Revisión de imágenes y mapas del Sistema Lagunar	40
5.4.2 Selección de imágenes satelitales y elaboración de mapas	41
6. RESULTADOS	45
6.1 Distribución de <i>Z. marina</i>	45
6.2 Monitoreo	50
6.2.1 Base de datos de monitoreo	50
6.2.2 Distribución espacial del monitoreo	51
6.2.3 Esfuerzo de monitoreo	57
6.2.4 Recapturas	60
6.3 Sitios de pesca	61
6.4 Sitios de monitoreo potencial	64
7. DISCUSIÓN	66
7.1 Monitoreo de <i>C. mydas</i>	66
7.2 Monitoreo de <i>Z. marina</i>	67
7.3 Aporte metodológico	70
8. RECOMENDACIONES	71

9. CONCLUSIONES	72
-----------------	----

Literatura citada	73
-------------------	----

Anexos	86
--------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características de la etnografía	29
Tabla 2: Número y tipo de entrevistas	31
Tabla 3: Inventario de materiales de la temporada de campo	33
Tabla 4: Calificación ordinal de	36
Tabla 5: Número y porcentajes de monitoreos por sitio	53
Tabla 6: Desglose de sitios, capturas totales y recapturas	55
Tabla A1: Coordenadas de monitoreo	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema generalizado del ciclo de vida de <i>C. mydas</i>	5
Figura 2: Número de monitoreos por año y por sitio (2001-2018)	56
Figura 3: Número de monitoreos de <i>C. mydas</i> por año (2001-2018)	58
Figura 4: Número de monitoreos de <i>C. mydas</i> por año, número total de ejemplares capturados por año y número de recapturas por año (2001-2018)	59
Figura 5: Desglose del número de muestreos de <i>C. mydas</i> por año, número de sitios muestreados y número de recapturas en el SL (2001-2018)	60
Figura A1: Desglose en extenso del número de monitoreos por sitio (2001-2018)	86

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1: Batimetría de la Laguna Ojo de Liebre	47
Mapa 2: Distribución de <i>Z. marina</i> en el SL a partir de percepción remota	48
Mapa 3: Nomenclatura de sitios dentro del SL	49
Mapa 4: Distribución de sitios de monitoreo de <i>C. mydas</i> en el SL	54
Mapa 5: Distribución de sitios de pesca histórica de <i>C. mydas</i> en el SL	63
Mapa 6: Sitios de monitoreo, pesca histórica sin monitoreo y pesca histórica con monitoreo	65
Mapa 7: Área de observación recomendada para estudios futuros de distribución y cobertura de <i>Z. marina</i> en el SL	69

1. INTRODUCCIÓN

El manejo y la conservación de las especies longevas y con historia de vida compleja, como las tortugas marinas, requieren datos de monitoreo de diferentes escalas espaciales y temporales para evaluar de manera robusta su dinámica poblacional y abundancia (Godley et al., 2008; Seminoff et al., 2015). En esta investigación, se busca identificar zonas potenciales de monitoreo de *Chelonia mydas*, en un sitio clave de alimentación, el Sistema Lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro-Manuela (SL): en Baja California Sur, México. Para ello, se propone un aproximación de investigación transdisciplinaria que incorporó el conocimiento de los pescadores, con métodos de ecología del paisaje y de manejo de ecosistemas.

Mediante el uso métodos de percepción remota, se evalúa la distribución y cobertura de *Zostera marina* —uno de los principales alimentos de *C. mydas*— dentro del SL (Felger, Nichols, & Seminoff, 2005). Asimismo, a través del mapeo participativo con pescadores de la localidad, se identifican sitios de pesca histórica de *C. mydas* dentro del SL. Adicionalmente, se analizan las bases de datos de los monitoreos de *C. mydas* recopilados por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Exportadora de Sal S.A. (ESSA) y el Grupo Tortuguero de las Californias A.C. (GTC) entre 2001-2018. Esta constituye una de las base de datos más importantes y completas de monitoreo en sitios de alimentación en México, y permite para identificar, mapear y analizar su distribución espacial del monitoreo. Mediante esta aproximación novedosa, se busca fortalecer el monitoreo y contribuir así a un mejor conocimiento y conservación de esta especie emblemática de las aguas bajacalifornianas.

1.1 Biología y ecología de *Chelonia mydas*

En el mundo hay siete especies de tortugas marinas: *Dermochelys coriacea*, *Caretta caretta*, *Eretmochelys imbricata*, *Chelonia mydas*, *Lepidochelys kempii*, *Lepidochelys olivacea* y *Natator depressus*. Todas estas especies se encuentran en aguas mexicanas, con excepción de *N. depressus* (Felger et al., 2005; Lutz, Musick, & Wyneken, 1997). La presente investigación estudia una población regional de la comúnmente conocida tortuga prieta, de la especie cosmopolita *C. mydas*, considerada un segmento poblacional distintivo del área geográfica nororiental del océano Pacífico (Seminoff et al., 2015a), que actualmente está catalogada como “en Peligro de Extinción” por las leyes mexicanas y por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, por su siglas en inglés) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010; Seminoff, 2004).

En diferentes etapas de su ciclo de vida la especie *C. mydas* ocupa diversos hábitats, separados por distancias de cientos o miles de kilómetros (Godley et al., 2010, 2008; Plotkin, 2003). Al inicio de su ciclo de vida, las crías de *C. mydas* emergen de los nidos y entran al mar. Ya en el agua, se dispersan por las corrientes oceánicas y ocupan hábitats pelágicos hasta alcanzar una talla juvenil. La información obtenida de esta etapa en la vida de los quelonios es escasa (casi nula) hasta el momento (Godley et al., 2010, 2008). Una vez que llegan a su etapa juvenil, las tortugas migran a zonas donde encuentran alimento. Principalmente neríticas, estas zonas mantienen a las tortugas durante años o décadas, antes de que alcancen su edad reproductiva (Lutz et al., 1997; Seminoff et al., 2015; Seminoff & Shanker, 2008). Una vez

alcanzada la etapa adulta, *C. mydas* realiza migraciones periódicas entre sus hábitats de alimentación y de anidación, mostrando alta fidelidad por sus zonas de reproducción (filopatría) (Figura 1) (Bolten, 2003; Plotkin, 2003; Seminoff, 2010; Sivakumar et al., 2017). Asimismo, se ha demostrado que *C. mydas* tiene fidelidad por sus hábitats de alimentación (Broderick, Coyne, Fuller, Glen, & Godley, 2007; Seminoff et al., 2015; Seminoff, Resendiz, & Nichols, 2002).

C. mydas tiene altas tasas de fecundidad, es longeva y de lenta maduración. Podría tardar entre 15 y 50 años en alcanzar su edad reproductiva (Goshe, Avens, Scharf, & Southwood, 2010; Koch, 2013; Van Houtan, Hargrove, & Balazs, 2014). Estas características la hacen vulnerable a la actividad humana en todas sus etapas de vida (Seminoff & Shanker, 2008). Al respecto de su alimentación, podemos decir que *C. mydas* tiene hábitos flexibles (Bjorndal, 1997). Si bien es omnívora en su etapa juvenil, en su etapa adulta es principalmente herbívora, ya que entonces se alimenta principalmente de algas y pastos marinos (Bjorndal, 1997; Felger et al., 2005; Seminoff et al., 2015). Entre la vegetación marina que *C. mydas* selecciona para su alimentación destaca la especie de angiosperma *Zostera marina* (Heithaus et al., 2014). Por esta razón, *C. mydas* tiene un papel clave en mantener la salud de las praderas de estos pastos marinos, ya que al alimentarse de estas estimula su crecimiento y hace aportes importantes al ciclo de nutrientes (Heithaus et al., 2014; Jackson et al., 2001).

La población de *C. mydas* del Pacífico mexicano anida principalmente en las costas del estado de Michoacán y en el archipiélago de Revillagigedo (Koch, 2013; Seminoff et al., 2015). Pasa su etapa juvenil y parte de su etapa adulta protegiéndose y alimentándose en zonas del

noroeste de México, en lagunas y bahías cerradas subtropicales, de temperaturas templadas, que cuentan con mantos de algas y pastos marinos (Felger et al., 2005; Koch, 2013; Seminoff et al., 2015). Al alcanzar un largo recto carapacho (LRC) de 75-80 cm se considera que ha llegado a la etapa adulta y es cuando las hembras realizan migraciones reproductivas cada 2-4 años (Delgado-Trejo, 2016; Koch, 2013; Seminoff et al., 2015). Los hábitats de alimentación son de particular importancia para *C. mydas*, ya que en ellos pasa la mayor parte de su vida y por que en ellos se encuentran casi todos los estadios ontogénicos la especie (juveniles, subadultos y adultos) (Broderick et al., 2007; Senko et al., 2010). No obstante, dichos hábitats han sido poco estudiados en comparación con los hábitats de anidación (Godley et al., 2010; Mazaris, Kallimanis, Tzanopoulos, Sgardelis, & Pantis, 2009; Senko et al., 2010).

La presente investigación estudia una zona clave de alimentación: el Sistema Lagunar Ojo de Liebre (para su lectura rápida y desde ahora sólo SL (Sistema Lagunar). Se ha encontrado que el 91% de la población de *C. mydas* en este sitio son juveniles (Koch, 2013). Cabe destacar que las agregaciones de *C. mydas* encontradas en las zonas de alimentación incluyen ejemplares de diversas poblaciones anidadoras (colonias) (Koch, 2013a; Seminoff et al., 2015). En el caso de la población de *C. mydas* de las costas del Pacífico de la península de Baja California—incluyendo el SL— predomina la colonia de Michoacán, que contribuye con 56-71% de los ejemplares; en menor medida, el archipiélago de Revillagigedo que contribuye con 17-43% de la población (Koch, 2013). También se han observado algunos ejemplares provenientes de Hawái y las Islas Galápagos (Koch, 2013).

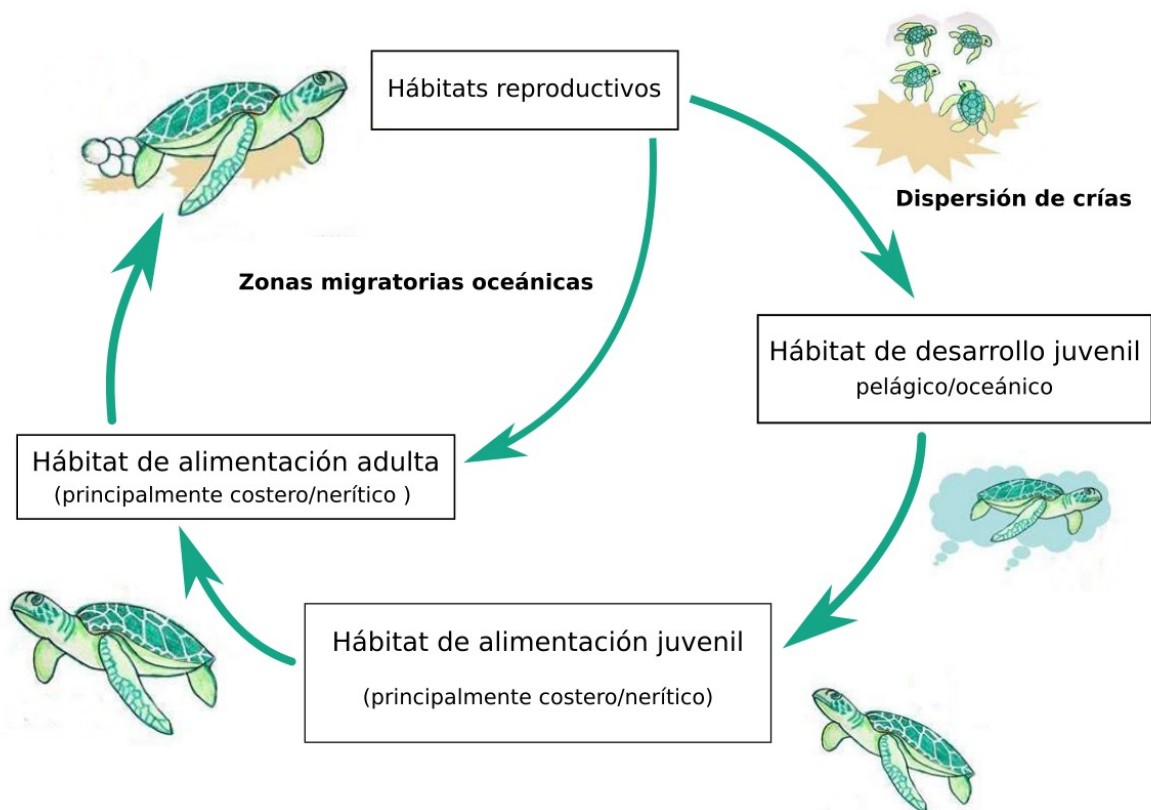


Figura 1: Esquema generalizado del ciclo de vida de *C. mydas*. Modificado a partir de Sivakumar et al., 2017.

1.2 Historia natural de *Z. marina*

Zostera marina es una fanerógama de distribución circumglobal en latitudes septentrionales, que se encuentra en el Atlántico norte, el Pacífico norte, el Golfo de California, el Mediterráneo y el Mar Negro (Short et al., 2010). En el Pacífico, se distribuye desde Alaska hasta las aguas tropicales y subtropicales del noroeste de México (Short et al., 2010). Es la especie dominante en términos de biomasa en las praderas de pastos marinos en el Pacífico oriental (Short et al., 2010; Watson & Hinojosa Corona, 2017). En esta región, crece en aguas someras y zonas intermareales (-2 a 10m de profundidad, aproximadamente) de la plataforma continental, así como en lagunas y esteros (Cabello-Pasini, Muñoz-Salazar, & Ward, 2003; Short et al., 2010; Watson & Hinojosa Corona, 2017). Actualmente esta especie está clasificada como de “menor preocupación” por la IUCN, pero sus poblaciones a nivel global se están reduciendo por efectos de la actividad humana, la contaminación y el calentamiento global, entre otros (Short et al., 2010; Watson & Hinojosa Corona, 2017). Esta especie es una de las principales fuentes de alimentación de *C. mydas* en aquellos hábitats donde es abundante, particularmente las lagunas costeras del noroeste mexicano (Bjorndal & Jackson, 1996; Felger et al., 2005; Heithaus et al., 2014).

1.3 Breve reseña histórica de la pesquería de tortuga en Guerrero Negro

Las tortugas marinas han sido un alimento clave en la península de Baja California desde las primeras fases de asentamiento humano, hace al menos 12,000 años (Des Lauriers, 2011; Early-Capistrán et al., 2018; Felger et al., 2005). Asimismo, en el SL, *C. mydas* se capturó para fines de

subsistencia y para comercio a pequeña escala durante el periodo colonial y los siglos XIX y XX, de manera generalmente sustentable (Early-Capistrán et al., 2018).

La pesquería comercial de *C. mydas* a gran escala en el SL inició después de la fundación del pueblo de Guerrero Negro en 1955, con el establecimiento de la salinera industrial en la LOL. Durante la década de 1960, se estableció la Cooperativa Pesquera Luis Gómez Z., que manejó la concesión y los permisos de captura de tortuga marina en la LOL (Early Capistrán, 2014; Early-Capistrán et al., 2018; Romero Castillo, 2008). Con la apertura de la carretera transpeninsular a inicios de la década de 1970, se facilitó el transporte de los quelonios al principal mercado, Ensenada, e incrementaron rápidamente las capturas hasta el colapso de la pesquería a inicios de la década de 1980 (Early-Capistrán et al., 2018). Los permisos de pesca de tortuga prieta se suspendieron en 1983 (Márquez, 1996). Los sitios que muestra este mapa son aquellos que fueron utilizado en esta pesquería comercial.

1.4 Monitoreo y conservación de *C. mydas*

Una de las prioridades en la investigación de tortugas marinas ha sido el estudio de la abundancia poblacional (Lutz et al., 1997; Seminoff & Shanker, 2008). Estas investigaciones tienen particular importancia, ya que la mayoría de las especies han sufrido considerables bajas poblacionales. En algunos casos, estas han estado al borde de la extinción debido a la sobreexplotación humana y a las características propias de su ciclo de vida y demografía (Early-Capistrán et al., 2018; Jackson et al., 2001; Seminoff & Shanker, 2008). En particular, la especie cosmopolita *C. mydas* cuenta con diversas poblaciones regionales que por sus diferentes distribuciones geográficas y marcadores genéticos permiten distinguirlas (Seminoff et al., 2015). Estas poblaciones, en muchos casos, tienen tendencias poblacionales contrastantes (e.g.: unas muestran incrementos y otras muestran reducciones) (Broderick et al., 2006; Chaloupka et al., 2008; Seminoff & Shanker, 2008). Ante este escenario, se ha propuesto que, con la finalidad de obtener evaluaciones de conservación más adecuadas, se hagan estudios poblacionales a nivel regional (en este caso, de la población regional distintiva del Pacífico nororiental) (Broderick et al., 2006; Seminoff & Shanker, 2008). La información generada de esta manera podría ser más relevante y aplicable en la implementación de estrategias de manejo y conservación a nivel local (Seminoff & Shanker, 2008).

Las poblaciones de *C. mydas* en el Pacífico nororiental colapsaron en la segunda mitad del siglo XX por la sobreexplotación comercial (Early-Capistrán et al., 2018). El monitoreo científico de esta población regional se inició en las playas de anidación de Michoacán desde 1980 y a inicios de la década del 2000 en las zonas de alimentación del noroeste de México

(Early-Capistrán et al., 2018; Koch, 2013). Las agregaciones de tortugas marinas que se encuentran en el SL han sido monitoreadas sistemáticamente por más de 10 años, estas representan una porción significativa de la población regional (Dr. A. Abreu-Grobois, comunicación personal). Por estas características, el SL se considera un sitio índice de alimentación y desarrollo de *C. mydas* (Koch, 2013; Nichols, 2003). Las evaluaciones de los sitios índice de anidación han registrado un repunte en sus números en los últimos 10 años (Delgado-Trejo, 2016; Seminoff et al., 2015). No obstante, para poder hacer una evaluación robusta del estado de conservación de esta unidad poblacional se requiere información de diferentes hábitats y etapas ontogénicas, particularmente de individuos juveniles en hábitats de alimentación (Koch, 2013; Seminoff & Shanker, 2008).

Es por el requerimiento de esta mejor evaluación de la unidad poblacional de la que se habla, que los datos de captura-marca-recaptura de los monitoreos son relevantes para la investigación ecológica de *C. mydas*, ya que estos ayudarían a obtener mejor información sobre el crecimiento, movimiento y dinámica poblacional de las especie (Eckert et al., 1999), así como a entender la abundancia y ecología poblacional de esta por medio de modelos matemáticos (Avilés Chávez, 2018; Casale, Mazaris, Freggi, Vallini, & Argano, 2009).

En los últimos años, los monitoreos del sitio de alimentación del SL han registrado una baja tasa de recaptura (Avilés Chávez, 2018). En este sentido, la diversificación de las áreas y métodos de muestreo en las zonas clave de alimentación de *C. mydas* dentro del SL ayudaría a incrementar el número de recapturas, mejorando con estas la obtención de datos de importancia

para las investigaciones sobre la abundancia y la ecología poblacional de la especie (Avilés Chávez, 2018; Santacruz López, 2012). Por ello, la presente investigación propone nuevas zonas de monitoreo de *C. mydas* en el SL por medio de la integración del conocimiento de los pescadores de la región, los sistemas de información geográfica (SIG) y la percepción remota (en la detección de praderas de pastos marinos en el área de estudio) y las investigaciones científicas relacionadas.

1.5 Zona de estudio

El área de estudio es el Sistema Lagunar Ojo de Liebre – Guerrero Negro – Manuela (SL). Este fue considerado como prioritario para su conservación en 2013 (CONABIO, The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, & ProNatura A.C., 2013). Es una zona costera ubicada en la parte media de la península de Baja California (27°45' N, 114°13' O), del lado del océano Pacífico, entre los estados de Baja California y Baja California Sur, México. Su superficie es de 130,765 ha, compuestas estas por playas, marismas, dunas costeras y lagunas, las cuales cuentan con un alto grado de integridad ecológica (CONABIO et al., 2013). Su temperatura se mantiene entre 15-30°C, su salinidad entre 32-41‰ y su pH entre 7,8-8,2 (CONABIO et al., 2013). Además, cuenta con una profundidad promedio de 5m y registra una producción primaria de alta a media (CONABIO et al., 2013).

El SL forma parte de la Reserva de la Biósfera de El Vizcaíno (REBIVI) (Instituto Nacional de Ecología & Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000). Es

una importante zona de refugio, reproducción y desarrollo de diferentes especies, como aves migratorias, mamíferos marinos, peces e invertebrados de importancia comercial; de manera destacada, es un sitio de reproducción de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) (CONABIO et al., 2013). Actualmente, el SL cuenta con actividades productivas como la pesca, la maricultura, el turismo y la producción de sal (CONABIO et al., 2013).

Dentro de la diversidad biológica de plantas del SL, los pastos marinos (*Zostera marina* principalmente) se consideran una especie clave del ecosistema (Christiaen, Lehrter, Goff, & Cebrian, 2016; CONABIO et al., 2013). Las poblaciones de estos forman praderas que brindan el imprescindible servicio ambiental de la captura de carbono (CONABIO et al., 2013; Instituto Nacional de Ecología & Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000; Watson & Hinojosa Corona, 2017).

El SL es un sitio índice de alimentación y desarrollo de *C. mydas* (Koch, 2013; Nichols, 2003). Es decir, un lugar donde ocurren agregaciones de tortugas marinas que representan una porción significativa de la población regional y que ha sido monitoreado sistemáticamente por más de 10 años (Dr. A. Abreu-Grobois, comunicación personal). Los esfuerzos de monitoreo en el SL se han realizado gracias al trabajo de instituciones académicas, dependencias estatales y organizaciones privadas, en particular la CONANP, ESSA y el Grupo Tortuguero de las Californias A.C. (GTC) (CONABIO et al., 2013; Koch, 2013). El SL fue sede de una importante pesquería comercial de *C. mydas* durante el siglo XX. Esta abarcó desde finales de la década de

1960 hasta la veda total de 1990 (Early-Capistrán et al., 2018). El conocimiento de la distribución espacial de *C. mydas* en el pasado dentro del sistema lagunar, proporcionado por los pescadores de tortuga de aquellos años, ha ayudado a la selección de las áreas de muestreo (Johannes, Freeman, & Hamilton, 2000).

2. ANTECEDENTES

Esta investigación tiene en cuenta los siguientes temas como principales antecedentes: (1) las investigaciones previas en el área de estudio y la región; (2) los estudios de biogeografía y ecología histórica de las tortugas marinas; (3) los estudios de ecología espacial y (4) los estudios de sistemas de información geográfica (SIG) aplicados a vegetación marina, la cual es el principal alimento de la especie estudiada. Con base en estudios previos de estos temas y con el procesamiento de nuevos datos, esta investigación ha buscado generar información relevante y de ayuda para la toma de datos en los monitoreos, relacionada principalmente a la distribución espacial del muestreo.

El monitoreo ecológico de *C. mydas* en el SL se ha realizado casi desde que se creó la Reserva de la Biósfera el Vizcaíno, a inicios de la década del 2000, y constituye uno de los esfuerzos de monitoreo en zonas de alimentación de mayor duración y constancia en México (Instituto Nacional de Ecología & Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000; Koch, 2013). Numerosos estudios e investigaciones se han hecho desde entonces. La mayoría de la información generada ha quedado dentro de reportes técnicos, planes de manejo y documentos de uso interno de la reserva (Koch, 2013), por lo que esta información ha sido utilizada en menor medida para publicaciones arbitradas. El monitoreo se ha realizado mediante esfuerzos en conjunto entre la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Exportadora de Sal S.A. (ESSA) y el Grupo Tortuguero de las Californias A.C. (GTC) (Koch, 2013).

Una de las investigaciones que anteceden la presente es el *Análisis diacrónico de la explotación, abundancia y talla de Chelonia Mydas en la península central de Baja California, 12, 000 A.P.-2012*, de la cuál se realizó un artículo científico en el que participó el sustentante. Dicho proyecto brindó experiencia previa y arraigo en la comunidad de Guerrero Negro, aledaña al área de estudio, ya que se realizó trabajo de campo etnográfico en la localidad en 2012, 2013 y más recientemente en la primavera del 2018 (Early-Capistrán et al., 2018). Existen muy pocas publicaciones arbitradas sobre tortugas marinas en el SL (Early-Capistrán et al., 2018; Tovar, Gutiérrez, & Cruz, 2002). No obstante, existen estudios referidos al SL en forma de tesis académicas, documentos internos de dependencias estatales y organizaciones no gubernamentales, así como presentaciones de congresos. Por otra parte, hay diversos artículos sobre las poblaciones de *Chelonia mydas* que habitan las costas de Baja California Sur que dan al océano Pacífico (Gardner & Nichols, 2001; Koch, 2013; Mancini et al., 2011; Senko et al., 2010; Senko, Mancini, Seminoff, & Koch, 2014).

2.1 Biogeografía y ecología histórica de tortugas marinas

Existen dos estudios relevantes de biogeografía histórica —área interdisciplinaria de conocimiento que integra información del acervo histórico para evaluar la distribución espacial de los organismos a largo plazo— aplicada a las tortugas marinas (Kittinger, Van Houtan, McClenachan, & Lawrence, 2013; McClenachan, Jackson, & Newman, 2006). En el Caribe, McClenachan y colegas (2006) utilizaron datos arqueológicos e históricos para evaluar los cambios en la

distribución de playas de anidación de *Chelonia mydas* y *E. imbricata*. Encontraron que entre el 20 y el 50% de las poblaciones anidadoras habían colapsado o se habían reducido sustancialmente. Para el caso de *Chelonia mydas* en el Pacífico, Kittinger y colegas (2013) utilizaron datos del registro arqueológico e histórico para evaluar los cambios a largo plazo en la distribución de las zonas de anidación en el archipiélago hawaiano, desde el año 1250 hasta el presente. Concluyeron que se han extirpado o reducido significativamente las poblaciones anidadoras históricas, un 80% con respecto a siglos anteriores (Kittinger et al., 2013). Estos dos estudios se refieren a zonas de anidación, pero trabajos similares aplicados a zonas de alimentación no se habían realizado hasta el momento, por lo que la presente investigación es un aporte novedoso al tema.

De forma semejante, la ecología histórica marina —área transdisciplinaria de conocimiento que integra información del acervo histórico y arqueológico con el conocimiento de las comunidades del área de estudio para evaluar los cambios a largo plazo en el ecosistema marino (Sáenz-Arroyo, Roberts, Torre, Cariño-Olvera, & Hawkins, 2006; Schwerdtner Máñez et al., 2014; Thurstan, Campbell, & Pandolfi, 2014)— es un tema de estudio que se considera como antecedente en el presente trabajo de investigación. Sobre este tema, el estudio de Early-Capistrán et al. (2018) en la península de Baja California, en el que participó el sustentante en la realización del trabajo de campo y como autor, aborda los impactos humanos sobre *Chelonia mydas* a lo largo de 290 años. El resultado de este estudio informó que en las localidades de Bahía de los Ángeles y la Laguna Ojo de Liebre, durante la mayor parte de la cronología, la pesca fue sustentable y de baja intensidad; pero entre 1960 y 1980 hubo fuertes impactos en la

abundancia de la especie. El conocimiento de la distribución espacial que tenían los quelonios en el pasado dentro del área, proporcionado por pescadores de tortuga en este estudio, ha sido considerado y analizado para la obtención de los resultados de la presente investigación (Early-Capistrán et al., 2018). Con esta información se han localizado posibles zonas de muestreo dentro del SL.

2.2 Ecología espacial

Dentro de las investigaciones ecológicas existe un área de estudio que se especializa en el análisis de la distribución espacial que ocupan las especies en los hábitats. A este tipo de estudios se le conocen como de ecología espacial (Rockwood, 2006). Existen investigaciones ecológicas de este tipo referidas a la distribución que ocupan las tortugas marinas en sus hábitats en varias regiones geográficas (Kittinger et al., 2013; McClenachan et al., 2006) De forma particular, sobre la región de estudio se han hecho investigaciones de ecología espacial de tortugas marinas (Seminoff & Jones, 2006; Senko et al., 2010). Estas últimas, se consideran importantes antecedentes a tomar en cuenta para la presente investigación.

Entender los movimientos y los usos del hábitat que hacen las tortugas marinas es de vital importancia para su conservación (Senko et al., 2010). Aproximaciones de este tipo, como estudios sobre movimientos y usos del hábitat de *C. mydas* en el SL no se habían realizado hasta el momento. Donde se han llevado a cabo este tipo de estudios ha sido en la laguna de San Ignacio, muy cercana al SL. Ahí, se han monitoreado los movimientos diurnos de los quelonios (Senko et al., 2010). Se ha encontrado que *Chelonia mydas* pasa hasta 20 años en hábitats

neríticos, en su etapa de alimentación y crecimiento antes de llegar a su edad reproductiva (Seminoff & Jones, 2006; Senko et al., 2010). El estudio de Senko et al. (2010) reveló que *C. mydas* tuvo actividad diurna, nocturna y crepuscular y que atravesó grandes distancias y múltiples hábitats en ciclos temporales cortos (periodos de 24 horas). Además, las tortugas monitoreadas seleccionaron aguas con profundidad media (de 5 a 10m), con presencia de pastos marinos y evitaron aguas con mayor profundidad (de más de 10m) en recorridos de 2.0-29.6 km al día (Senko et al., 2010). Se encontró que, el uso del espacio que tuvo *C. mydas* en el área de forrajeo es altamente variable y que las tortugas monitoreadas mostraron dos pautas de alta y baja fidelidad a los sitios de captura-liberación donde fueron marcadas (Senko et al., 2010). Dada la variabilidad del uso de los hábitats y la gran movilidad que tuvieron las tortugas, Senko et al. (2010) recomendaron que los esfuerzo de conservación incluyeran toda la laguna y no únicamente las zonas de alto uso, y que los monitoreos deberían de tomar en cuenta estas consideraciones espaciales al momento de levantar el muestreo.

2.3 Sistemas de información geográfica aplicados a la vegetación marina

Los estudios de sistemas de información geográfica (SIG) se caracterizan por usar programas computacionales como herramientas para procesar, analizar y presentar datos georreferenciados (van Genderen, 2016). De forma similar, los estudios de percepción remota trabajan con georreferencias en su labor de observar la superficie y los paisajes de la Tierra. Por su parte, buscan y deben su nombre a la obtención de información de los objetos físicos desde la distancia, sin la necesidad de tocarlos. Usan como herramienta las plataformas satelitales, equipadas con sensores remotos, para la captación de sus imágenes y datos (By & Huisman, 2009). En relación, los resultados obtenidos de los datos georreferenciados por los estudios de SIG junto con el procesamiento de las imágenes de los sensores remotos, pueden ser utilizados para generar información de importancia en diversas áreas del conocimiento, tales como las investigaciones ecológicas o de manejo de ecosistemas.

Referidas al conocimiento ecológico y con aplicación al manejo de los ecosistemas existen algunos estudios de SIG aplicados a investigaciones de tortugas marinas. Algunas de estas, se valen del uso de la telemetría satelital para observar el comportamiento migratorio de los quelonios, principalmente de las hembras anidadoras (Godley et al., 2010, 2008; Luschi, Hays, Del Seppia, Marsh, & Papi, 1998; Luschi, Hays, & Papi, 2003). Otros estudios este tipo, reportan el uso de los rastreadores satelitales para medir la productividad aproximada de las zonas de forrajeo o para medir variables oceanográficas, como la temperatura superficial del mar (Mazaris et al., 2009; Van Houtan & Halley, 2011; Zepeda-Borja, Ortega-Ortiz, Torres-Orozco, & Olivos-Ortiz, 2017). Independientemente de los estudios de tortugas marinas, se ha

realizado investigación de percepción remota que detecta las praderas de pastos marinos, evalúan su dinámica y los cambios en su cobertura, midiendo su distribución, productividad, abundancia y biomasa, lo que resulta beneficioso para los costos de sus monitoreos, así como para una mejor conservación de estas especies de vegetación marina. (Hossain, Bujang, Zakaria, & Hashim, 2015; Lyons, Phinn, & Roelfsema, 2012; Mumby, Green, Edwards, & Clark, 1997; Riosmena-Rodriguez y López-Calderón, 2012). La aproximación de este tipo de investigaciones ha sido considerado en la presente investigación para su aplicación al estudio de los sitios de alimentación de *C. mydas* en el SL, ya que se ha encontrado que los pastos marinos son la principal fuente de alimento de la especie (Bjorndal, 1997; Bjorndal & Jackson, 1996).

En particular, se ha observado que las tortugas marinas de la península de Baja California pasan la mayor parte de su tiempo en zonas de forrajeo, lugares con altos volúmenes de alimento y que seleccionan áreas de profundidad media con presencia de pastos marinos (Seminoff & Jones, 2006; Senko et al., 2010). Se sabe que dentro de la diversidad ambiental del SL se encuentran praderas de pastos marinos, en su mayoría *Zostera marina*, que corresponde a un 20 del 70% del sistema intermareal del sistema costero de la reserva (CONABIO et al., 2013). En este sentido, el SL es un ecosistema de importancia para la conservación de las praderas de pastos marinos (*Zostera marina*) en las costas del Pacífico mexicano (Cabello-Pasini et al., 2003; Riosmena Rodríguez, 2016). Recientemente, se ha realizado investigación, mediante el análisis de percepción remota, sobre la dinámica bajo la cual la producción primaria en el área de estudio, a la cual *Zostera marina* aporta de manera significativa, ha secuestrado el carbono orgánico durante cuatro décadas (Watson & Hinojosa Corona, 2017).

El uso de los SIG en la presente investigación, a diferencia de los estudios antes mencionados, busca determinar la ubicación geográfica de las zonas de alimentación de las tortugas marinas dentro del área de estudio, principalmente aquellas con presencia de pastos marinos (*Zostera marina*), para correlacionar estas con las zonas de pesca histórica y con los puntos de monitoreos científicos dentro del SL. Cabe resaltar que se ha hecho una investigación previa que usa SIG aplicados al estudio y muestreo de las tortugas marinas en la Laguna Ojo de Liebre. Si bien, la presente investigación de igual modo usa los SIG en la aplicación al muestreo de *C. mydas* en la misma área, esto lo hace desde otra metodología e incluyendo en su estudio las otras dos lagunas que forman parte del sistema de la reserva. Por ello, los resultados esperados de la investigación serán distintos a los previos.

3. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, varias poblaciones de tortugas marinas a nivel global parecen recuperarse (Broderick et al., 2006). Este es el caso de la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), que se encuentra en el océano Atlántico e Índico, el de la carey (*Eretmochelys imbricata*), la golfina (*Lepidochelys olivacea*), la verde (*Chelonia mydas*) y la caguama (*Caretta caretta*) (Seminoff & Shanker, 2008). De otra forma, de acuerdo a sus niveles históricos, casi el total de las poblaciones anidadoras de *Chelonia mydas* se han reducido considerablemente respecto a sus niveles históricos (Kittinger et al., 2013), pero gracias al trabajo de conservación realizado sobre algunas poblaciones, *C. mydas* ha mantenido o incrementado sus números en ciertas localidades. Con la información poblacional de la especie, se infiere la necesidad de continuar con mayores esfuerzos de monitoreo, el levantamiento de datos y las evaluaciones locales a largo plazo, ya que una gran variación en los resultados obtenidos a través de los años ha sido registrada (Broderick et al., 2006). Como nuevo requerimiento para la mejora de las evaluaciones de tortugas marinas y con la finalidad de tener indicadores de tendencias poblacionales de las especies, se ha propuesto la estandarización de los protocolos para la recolección de datos, así como, la difusión de resultados de investigaciones en publicaciones arbitradas de amplia distribución (Seminoff & Shanker, 2008).

En su etapa juvenil *C. mydas* se recluta a zonas de alimentación neríticas, donde reside durante años o décadas antes de llegar a su edad reproductiva. En su etapa adulta, los ejemplares

de la especie pasan periodos prolongados en estos hábitats, haciendo sus ciclos de reemigración entre zonas de alimentación y de reproducción (Figura 1) (Seminoff et al., 2002; Seminoff, Reséndiz-Hidalgo, Jiménez de Reséndiz, Nichols, & Todd-Jones, 2008; Senko et al., 2010). Por esta razón, resulta de gran importancia realizar investigaciones en estas localidades de alimentación. Las evaluaciones en estos lugares han tenido poca atención en comparación con aquellas hechas en lugares de anidación, en los que se ha enfocado mayormente la investigación, principalmente por facilidad logística. Revisiones sobre el estado de conservación de las tortugas marinas sugieren realizar mayores investigaciones sobre grupos poblacionales distintos a las hembras anidadoras (Broderick et al., 2006), como sería el caso del grupo poblacional juvenil y de adultos jóvenes que habitan en el SL. En este sentido, los resultados de esta investigación contribuirían con investigaciones futuras a reducir la incertidumbre de las evaluaciones demográficas de *C. mydas*. Siguiendo esta línea de investigación, se tendrían que ampliar las bases de datos de estas agrupaciones poblacionales menos estudiadas para complementar aquellas de los grupos de las playas de anidación. Juntando toda esta información se podría obtener una mejor aproximación del estado poblacional y de conservación de la unidad regional de manejo de *C. mydas* del pacífico nororiental (Seminoff & Shanker, 2008).

En la actualidad, existen pocos estudios de tortugas marinas que aborden los sitios de forrajeo (Godley et al., 2010, 2008; Senko et al., 2010). Hasta el momento, la vida de las tortugas marinas en estos hábitats es poco comprendida (Godley et al., 2010), por lo que se requiere de mayores estudios para definir las necesidades de las especies y así poder planear mejores estrategias de conservación (Koch, 2013; Seminoff et al., 2002, 2008). El conocimiento

sobre estas localidades ayudaría en la orientación que deberían de tomar los esfuerzos del manejo poblacional de los quelonios en vías de recuperación (Seminoff et al., 2002).

Luego de ser altamente comercializada a mediados del siglo XX, *C. mydas* casi desapareció del Pacífico mexicano (Early-Capistrán et al., 2018). La explotación demográfica junto con la urbanización y la creciente conectividad económica de la frontera norte del país facilitó el acceso del mercado estatal a los productos de la tortuga marina, ocasionando su rápida sobreexplotación a falta de un sistema de manejo de recursos (Early-Capistrán et al., 2018). Junto a este escenario, el avance en las tecnologías de pesca permitió que esta contara con una mayor capacidad de captura. La demanda comercial irregular e irrestricta fue el principal motor para que colapsara la población de *C. mydas* en las áreas de forrajeo de la península de Baja California, hasta que se puso en marcha la veda (Early-Capistrán et al., 2018). Actualmente, *C. mydas* está clasificada en peligro de extinción bajo la normatividad nacional, como lo dice la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2010).

Los índices de captura de *C. mydas* en los monitoreos de los sitios de alimentación, en el desierto central de la península de Baja California, han incrementado desde aproximadamente dos décadas (Early-Capistrán et al., 2018; Koch, 2013). Esto podría indicar un aumento poblacional en dichas áreas. La aparente recuperación de la especie en estas se debe al trabajo conjunto de conservación, desde la protección de las playas a partir de 1980 por parte del estado, hasta las evaluaciones científicas a cargo de instituciones académicas, de gobierno y no gubernamentales en la actualidad (Early-Capistrán et al., 2018). Ante este escenario, se han

propuesto mayores investigaciones orientadas a estimar la abundancia de la población, así como también el nivel de conservación en el que se encuentra (Early-Capistrán et al., 2018).

El SL es un área prioritaria para la conservación de *C. mydas*, ya que dentro de este se encuentran importantes hábitats de alimentación y desarrollo de la especie, en este caso las praderas de pasto marino (*Zostera marina* L.). Al cuidar los hábitats de alimentación de *C. mydas*, donde éstas pasan más del 60% de su tiempo de vida, se cuida por añadido todo el ecosistema (Heithaus et al., 2014; Mtwana Nordlund, Koch, Barbier, & Creed, 2016; Seminoff et al., 2008; Senko et al., 2010). Cabe destacar que *Z. marina* es la fanerógama más importante del área (Riosmena Rodríguez, 2013). La presente investigación integra información del pasado de los hábitats de alimentación de *C. mydas* en el SL con información de su presente. Se localizan, con la ayuda de SIG, posibles zonas de forrajeo de *C. mydas* dentro del SL. Con los resultados de esta investigación se podría generar información más robusta sobre la abundancia poblacional de *C. mydas* y posteriormente saber su estado de conservación en el SL (Riosmena Rodríguez, 2016). Asimismo, se podrían hacer evaluaciones a largo plazo por medio de una propuesta para el mejoramiento de los monitoreos en tiempo y espacio. Es importante destacar que un estudio previo de captura-marcaje-recaptura concluyó que el bajo porcentaje de recapturas registradas en el SL entre 2001 y 2016 impidió realizar un análisis robusto de abundancia y dinámica poblacional, por lo que es necesario continuar con el monitoreo e incrementar la tasa de recaptura (Avilés Chávez, 2018).

Dado que la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno cuenta con una amplia extensión territorial, resulta muy costoso hacer estudios de cada una de sus áreas en particular. Por esta razón, la selección de las áreas de muestreo es importante al momento de recopilar datos (Avilés Chávez, 2018; Santacruz López, 2012). La presente investigación ha seleccionado posibles áreas de muestreo, de acuerdo con la actividad alimentaria de *C. mydas*, para la realización de monitoreos en el SL. Con los métodos que se han usado en esta investigación es posible tener una alternativa de bajo costo para la localización geográfica de áreas de forrajeo de tortugas marinas. Estos métodos podrían ser utilizados para investigar otras áreas de alimentación de tortugas marinas (Godley et al., 2008).

Además de la aplicación directa al muestreo y monitoreo de *C. mydas* en el SL, la presente investigación, generará una publicación académica sobre el tema. Esta investigación tiene un enfoque transdisciplinario, es decir, integra el conocimiento de la comunidad que vive en el área de estudio con el conocimiento científico generado a partir de herramientas tecnológicas (Mistry & Berardi, 2016).

Se ha encontrado que *C. mydas* selecciona o utiliza frecuentemente hábitats con presencia de pasto marino y profundidad media (Riosmena Rodríguez, 2016; Senko et al., 2014). Un reporte interno de la CONANP (Riosmena Rodríguez, 2016) sobre un proyecto de caracterización base de los sitios de alimentación de *C. mydas* en la laguna Ojo de Liebre, informa de la correlación directa de los puntos de monitoreo con los de presencia de pastos marinos. En la imagen satelital del informe, que integra los resultados obtenidos de la batimetría

de la cobertura vegetal de la laguna, se pueden observar otras áreas con presencia de vegetación marina que no se han marcado como monitoreadas. Esta observación sugiere que, la laguna Ojo de Liebre cuenta con otras posibles áreas de muestreo y monitoreo que no han sido consideradas ni cubiertas hasta ahora (Riosmena Rodríguez, 2016).

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Localizar de manera espacio-temporal (geográficamente) posibles áreas de muestreo y monitoreo de *C. mydas* dentro del SL por medio de datos etnográficos, mapeo colaborativo y análisis con SIG, para proponer nuevas estrategias de monitoreo en favor del estudio y la conservación de la especie.

4.2 Objetivos específicos

- Diseñar un mapa del SL que muestre las áreas por las que se distribuía y pescaba históricamente *C. mydas*, con base en datos etnográficos.
- Diseñar un mapa del SL que muestre las áreas con presencia de *Z. marina*, que podrían fungir como zonas de alimentación o descanso de *C. mydas*.
- Localizar posibles áreas de muestreo y monitoreo de *C. mydas* dentro del SL, teniendo como base los mapas previos, mediante el diseño de un mapa final que, tomando en cuenta los puntos de los monitoreos previos, defina dichas áreas.

5. METODOLOGÍA

5.1 Método etnográfico

5.1.1 Definición del método

Los estudios etnográficos podrían definirse como descripciones de una sociedad particular basadas en su observación sistemática, que se valen de herramientas cualitativas y cuantitativas (Bernard, 2011; Kottack, 2007). Estos estudios evalúan diferentes características de la sociedad en cuestión, siguiendo un proceso abierto a registrar datos de diversa índole. En la medida que se va haciendo el trabajo de campo, van surgiendo nuevas interrogantes por responder (Guber, 2015). El método etnográfico se vale de la técnica de la observación participante. Esta técnica busca que los investigadores activamente formen parte de la vida social del grupo que estudian, esto durante extensos periodos de tiempo (meses o años).

Se utilizó el método etnográfico y la técnica de observación participante para registrar información de la historia oral de la comunidad de pescadores de Guerrero Negro. Este tipo de conocimiento se buscó como una alternativa viable de fuente de información para ampliar las áreas de muestreo en los monitoreos científicos de *C. mydas* en el SL. Con esta información se obtuvieron datos puntuales de las zonas geográficas del SL donde se capturaba la tortuga marina antes de la veda. Posteriormente, estos datos se ubicaron dentro de la imagen satelital del área de estudio, en la que, conjuntamente con otros colaboradores, se sumó nueva información sobre las zonas geográficas de la pesca histórica de la tortuga marina, de las zonas de monitoreos

científicos de la especie, de las zonas con presencia de pastos marinos, de muelles e islas. Esta información geográfica proporcionada por los colaboradores directamente sobre la imagen satelital del área de estudio formó parte de la realización del mapeo colaborativo. La Tabla 1 muestra las diferentes características de la etnografía utilizada.

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE LA ETNOGRAFÍA	
APROXIMACIÓN	Estudio completo de un sistema social
	Descripción y explicación de fenómenos sociales y sus contextos
HERRAMIENTAS	Observación participante: inmersión en un grupo social como participante activo
	Entrevistas estructuradas, semiestructuradas, a profundidad e informales
	Historia oral
	Mapeo colaborativo
	Fotografía técnica
	Grabación en audio
	Grabación en video

5.1.2 Trabajo de campo etnográfico

Para la realización del trabajo etnográfico de la presente investigación se contó con *rapport*, es decir, con una base de buen entendimiento en la comunidad estudiada y con una red de colaboradores establecida en la misma. Esto gracias a que ya se contaba con experiencia de trabajo de campo previa en la comunidad. Esta experiencia previa ayudo y favoreció la realización del trabajo de campo de la temporada reciente. Durante las primeras temporadas de campo etnográfico (2012-2013) se realizó un muestreo jerárquico deliberado de los pescadores

de la localidad de Guerrero Negro, Baja California Sur, que en el pasado comercializaron legalmente la tortuga marina en la región. Este muestreo consistió en contactar informantes claves —pescadores que históricamente capturaron y comercializaron la tortuga marina y personas involucradas en el monitoreo científico de tortugas marinas— que aportaran nuevas referencias con sus pares o con otras personas que pudieran colaborar en la investigación.

Más recientemente, con el apoyo de la Sub-estación Bahía de los Ángeles (SEBLA) del CICESE, se realizó una temporada de trabajo de campo etnográfico en la localidad de Guerrero Negro, B.C.S. en la primavera del 2018, que abarcó los días del 24 de marzo al 16 de abril. El trabajo de campo incluyó observación participante, métodos de evaluación etnográfica rápida (*rapid ethnographic assessment*, REA por sus siglas en inglés), principalmente entrevistas informales, semi-estructuradas y a profundidad y mapeo colaborativo. Algunas entrevistas se grabaron en audio y video con el consentimiento informado de los colaboradores (Sociedad Latinoamericana de Etnobiología, 2014). Adicionalmente, se recopilaron fotografías técnicas como complemento al trabajo del mapeo colaborativo. Se utilizaron diferentes mecanismos de verificación etnográfica, tales como: la triangulación de datos y fuentes (oral, visual, histórico, etc.), la corroboración independiente de información entre colaboradores, el registro electrónico de la información y la familiarización mediante la estancia extendida en la comunidad (Bernard, 2011; LeCompte & Goetz, 1982).

Como resultado del trabajo etnográfico, se realizaron 3 entrevistas a profundidad, 15 entrevistas informales y 3 entrevistas semi-estructuradas (Tabla 2). Las entrevistas a profundidad

se realizaron con pescadores de tortuga marina, las entrevistas semi-estructuradas con personal de monitoreo de la Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y del área de ecología de Exportadora de Sal S.A. Un entrevistado de Exportadora de Sal S.A. también trabajó como pescador antes de la veda de la tortuga marina, por lo que la entrevista abarcó tanto el estado del pasado histórico de la pesquería, como el estado presente de los monitoreos científicos dentro del SL. A este informante se le considera especializado en el tema, por lo que se le tomó en cuenta para realizar la práctica del mapeo colaborativo. Las entrevistas a profundidad se grabaron en audio y video y una entrevista semi-estructurada se grabó en audio.

TABLA 2: NÚMERO Y TIPO DE ENTREVISTAS	
TIPO DE ENTREVISTA	NÚMERO DE ENTREVISTAS
Profundidad	3
Informal	15
Semi-estructurada	3
Total	21

En total se aplicaron 21 entrevistas en la temporada de campo (Tabla 2). El conjunto de la información obtenida en la temporada de campo consiste en: 1 foto técnica de un mapa de caracterización de la LOL, 3 grabaciones en audio y 2 grabaciones en video. En el transcurso del trabajo de campo se obtuvieron materiales con información geográfica brindada por el personal de la CONANP y la Exportadora de Sal S.A. (ESSA): 4 bases de datos con posiciones

geográficas de los monitoreos de tortuga marina en la Laguna Ojo de Liebre (LOL) durante 4 años; 1 capa vectorial con el polígono de la LOL; 1 imagen satelital Landsat 4 que capta todo el SL; 1 informe sobre la caracterización de los sitios de forrajeo de *C. mydas* en la LOL, que incluye 3 mapas sobre la batimetría, la dureza del fondo marino y la distribución y abundancia de la vegetación submarina en la LOL y 6 capas vectoriales con puntos de sitios, monitoreos y pescas en la LOL (Tabla 3). Este material se revisó y brindó información contextual para la posterior realización de la investigación.

Posteriormente a la recopilación de esta información, se tuvo acceso al acervo del proyecto *Ecología histórica de la tortuga prieta (Chelonia mydas) en la península de Baja California* (Early-Capistrán et al., 2018), dentro del cual participó el sustentante. De este acervo, se agregaron a la base de datos del mapeo colaborativo los sitios de pesca histórica de la tortuga marina (*C. mydas*) obtenidos de las entrevistas del trabajo etnográfico. Esta información sobre la distribución histórica de las tortugas marinas (*circa* 1965-1985) en el área de estudio, se procesó para integrarse al programa Qgis. Entre los sitios de pesca de tortuga marina mencionados en las entrevistas de este proyecto destacan la Punta Mariscal con 4 menciones, las islas Piedra y Alambre con 3 y 2 menciones respectivamente, El Dátil con 2 menciones y Los Gabachos, La Cholla, 8 bombas y la Laguna Manuela con una mención cada uno. Dadas las características de los datos, estos han sido incluidos dentro del registro de los sitios históricos de pesca de tortuga marina resultantes del mapeo colaborativo. Ya que estos datos no cuentan con posiciones geográficas, sino únicamente refieren a los sitios de las lagunas, para incluirlos dentro de la base se usaron las mismas posiciones de los sitios registradas en esta.

TABLA 3: INVENTARIO DE MATERIALES DE LA TEMPORADA DE CAMPO	
TIPO DE INFORMACIÓN	NÚMERO DE UNIDADES INFORMÁTICAS
Bases de datos	4
Capas vectoriales con polígonos	1
Imágenes satelitales	1
Informe de sitios de forrajeo en LOL	1
Mapas de LOL	3
Capas vectoriales con puntos	6
Fotos técnicas de mapas del CLOL	1
Grabaciones en audio	3
Grabaciones en video	2

5.2 Mapeo participativo

El mapeo participativo ha tenido como propósito, en casos como el de la presente investigación, que las comunidades activamente colaboren con el objetivo de manejar adecuadamente los recursos naturales (Chambers, 2006; Karimi, Tulloch, Brown, & Hockings, 2017; Lunney, Crowther, Shannon, & Bryant, 2009). Se les solicita este tipo de ayuda, principalmente con la finalidad de que brinden el conocimiento único que tienen del espacio que se investiga. Sobre este tipo de participación, hay estudios referidos a la evaluación y conservación de los ecosistemas, al mapeo específico de un recurso natural o a la particular distribución de una especie dentro de un área determinada (Chambers, 2006; Karimi et al., 2017; Lunney et al., 2009), como en el caso de la presente investigación. La actividad del mapeo participativo ha sido

difundida en las últimas décadas en gran medida por la facilidad con que ha sido recibida y a la satisfacción que ha dejado en las comunidades involucradas al proceso (Chambers, 2006). Para la presente investigación, la participación de los pescadores y de los informantes claves en la actividad del mapeo participativo podría considerarse como un aporte al monitoreo participativo, ya que su conocimiento ha servido en la planeación de los monitoreos y en la búsqueda de nuevas formas de muestreo dentro del SL.

Previamente a la realización de la actividad del mapeo participativo se hicieron entrevistas a profundidad (Bernard, 2011), es decir conversaciones prolongadas, a pescadores de la comunidad que capturaron tortuga marina antes de la veda. En estas entrevistas se plantearon preguntas específicas sobre los sitios del SL donde se capturaba la especie. La información obtenida de las respuestas sobre estos sitios se agregó posteriormente a la imagen satelital sobre la que se hizo la actividad del mapeo participativo.

La actividad del mapeo participativo se realizó con informantes clave (Bernard, 2011): personal del área de ecología de la empresa Exportadora de Sal S.A., encargados de realizar los monitoreos de la tortuga marina y que cuentan con experiencia previa como pescadores comerciales. Cabe mencionar que uno de estos informantes participó en la pesquería de tortuga marina antes de la veda, por lo que la actividad del mapeo en este caso abarcó varios aspectos de los sitios del SL, como los sitios de pesca histórica, los de monitoreos científicos o los sitios con presencia de *Zostera marina* (fanerógama considerada el principal alimento de tortugas marinas en la zona) (Cabello-Pasini et al., 2003; Felger et al., 2005), entre otros. El objetivo del mapeo

participativo fue el definir y geoposicionar sitios de importancia para el mejoramiento de los muestreos y monitoreos de la tortuga marina.

A partir del mapeo participativo (Chambers, 2006; Karimi et al., 2017; Lunney et al., 2009) se obtuvieron geoposiciones de los sitios de pesca histórica, de los sitios de los monitoreos científicos, de los sitios con presencia de *Zostera marina*, de los campos pesqueros de donde salen las embarcaciones y de las islas dentro del SL. Estos sitios se georreferenciaron sobre la imagen satelital proporcionada por el programa Google Earth. Esta actividad consistió en posicionar pines en las ubicaciones sugeridas por los informantes, como una primera aproximación y como un análisis exploratorio de las áreas donde se podría encontrar a las tortugas marinas, tanto en el tiempo pasado como en el tiempo presente.

De la actividad del mapeo participativo (Chambers, 2006; Karimi et al., 2017; Lunney et al., 2009) se generaron 6 capas vectoriales con los sitios referidos: de la pesca histórica de la tortuga marina, de campos pesqueros de donde salen las embarcaciones, de los monitoreos científicos y de las islas. De igual modo, se generó una capa vectorial con los sitios de la laguna Ojo de Liebre denominadas “hondables”, sitios con profundidad media (aprox. 5-10 m) aledañas a los canales. La información para generar esta última capa fue proporcionada por un informante clave. Estas capas se generaron desde la imagen satelital proporcionada por el programa Google Earth, actualizada a la fecha de las entrevistas. La base de datos del mapeo participativo (Chambers, 2006; Karimi et al., 2017; Lunney et al., 2009) incluye 39 puntos con coordenadas y

clasificaciones ordinales de su uso, estas últimas utilizadas para diferenciar y para determinar la unión de los sitios (Tabla 4).

TABLA 4: CLASIFICACIÓN ORDINAL DE SITIOS		
CLASIFICACIÓN	VALOR NUMÉRICO	DEFINICIÓN
Zona de pesca histórica	0	Sitio utilizado en la pesquería legal de tortugas marinas (1965-1985)
Zona de monitoreo	1	Sitio utilizado para monitoreo científico en la actualidad
Traslape	2	Sitio utilizado en la pesquería legal de tortugas marinas y para el monitoreo científico en la actualidad
Campo pesquero	3	Campo pesquero utilizado como punto de partida o desembarco en la pesquería histórica
Otro	4	Islas, canales, etc.

5.3 Revisión de la base de datos de monitoreo

En la temporada de trabajo de campo más reciente, el personal de la Reserva de la biósfera “El Vizcaíno” de la CONANP (en adelante, REBIVI/CONANP) a cargo de los monitoreos de tortugas marinas en la laguna Ojo de Liebre y la laguna Guerrero Negro, junto con el Grupo Tortuguero de las Californias (GTC) y la Exportadora de Sal (ES), nos brindó algunas bases de datos. Estas abarcan el periodo de tiempo que va del año 2001 al 2012. De estas bases se obtuvieron 3 posiciones geográficas de los monitoreos referentes a los meses de abril, mayo, junio, julio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre de los años 2010, 2011 y 2012. Las

bases indican que los últimos 4 meses y 3 años de los monitoreos se hicieron de forma masiva, es decir, contaron con las características de tener jornadas de 24 horas y de días consecutivos.

Posteriormente al trabajo de campo, igualmente brindada por el personal de la REBIVI/CONANP encargado de los monitoreos de tortugas marinas, se tuvo acceso a una base de datos más completa, que abarca el periodo de tiempo del año 2001 al 2018, es decir, desde el inicio de las actividades de la reserva hasta fechas recientes. Se observó que esta base es una compilación de los datos obtenidos en toda la cronología mencionada, que cuenta con datos de identificación de cada tortuga monitoreada, el número de monitoreo en cada caso, la fecha del registro, el lugar o sitio de la laguna donde se realizó el monitoreo y la posición geográfica correspondiente.

De esta base se obtuvieron los datos de importancia para la investigación, aquellos referentes al mes y año de cada monitoreo, el lugar o sitio donde se realizaron estos y la posición geográfica de cada uno. Estos datos se registraron en el programa Google Earth, de acuerdo a la variable de la posición geográfica, en el mismo orden cronológico en el que se obtuvieron de la base, para posteriormente vaciarse y procesarse en una nueva base de datos, con la finalidad de generar nueva información.

De la revisión de esta base de datos se analizó que los primeros diez años (del 2001 al 2011) los monitoreos fueron realizados, en la gran mayoría de los casos, en un solo sitio de la laguna Ojo de Liebre: el Islote La Cholla. A todos los monitoreos de dicho periodo de tiempo se

les asignó una posición geográfica en la base. Se observó que esta fue registrada posteriormente, tal vez dado que en ese periodo de tiempo no se tomaron los datos de georreferencias de los muestreos. Únicamente en el último mes que se dataron los monitoreos en este periodo de tiempo (noviembre del 2011) se registró un sitio más para estos, este fue ubicado por la mención de dos lugares conocidos y cercanos en la base: El Chaparrito y Las Casitas.

Para una mejor localización de las posiciones geográficas de los monitoreos se usaron algunas georreferencias obtenidas en el trabajo de mapeo participativo. Por ello, donde se registró en la base la localización del Islote la Cholla como sitio de monitoreo, se usó en una nueva base la georreferencia del Islote La Cholla brindada por la comunidad en el mapeo. Al respecto de la mención de los campos pesqueros de El Chaparrito y Las Casitas como sitios de monitoreo en la base, se usó la georreferencia obtenida del mapeo del Hondable Las Casitas, cercano a estos dos campos. Las georreferencias usadas en estos dos casos fueron las mejores que se obtuvieron de los sitios de monitoreo mencionados en la base de datos en los primeros diez años.

La nueva base de datos, obtenida de la base CSV resultante de la lista de las posiciones geográficas de los monitoreos, se ordenó de acuerdo con la variable del sitio de monitoreo. Posteriormente se hizo la sumatoria de las posiciones geográficas de los monitoreos por cada sitio y en todos ellos. Igualmente resultante de la base CSV, se generó otra base de datos para obtener el número total de monitoreos por año de cada sitio, el total de estos de cada sitio en todos los años y el total en lo general. Con los números totales de los monitoreos de cada sitio en

todos los años se calculó a que porcentaje correspondía cada uno respecto al total general. Así se midió la proporción con la que se ha monitoreado en cada sitio en relación a todos estos.

Posteriormente se generó otra base con los datos del total de los monitoreos anuales de cada sitio. Sobre esta base se graficó y se obtuvo la tendencia de los monitoreos en cada sitio en los últimos 7 años, periodo de tiempo en el que los monitoreos han incrementado en número de sitios y en cantidad.

Cabe mencionar que, en los casos de algunos meses y años en los que faltaban los datos de las posiciones geográficas en la base, se aplicó el criterio de registrar en la nueva base las posiciones de los sitios mencionadas con anterioridad. Este fue el caso del primer mes del año 2017. En los casos de los meses de agosto y octubre del año 2012, en los que no fueron registradas ni las georreferencias ni los lugares en los que se realizaron los monitoreos, no ha sido posible precisar sus ubicaciones, por lo que no se incluyen en el presente análisis.

Además del análisis geográfico, se utilizaron estadísticas descriptivas para evaluar las tendencias de esfuerzo de monitoreo y diversificación espacial del mismo, así como de las tasas de captura y recaptura. Asimismo, se utilizaron pruebas t de Student para comprar medias de dos muestras con un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (Zar, 2014). Los análisis estadísticos se realizaron en el paquete Gnumeric 1.12.35 para Linux.

5.4 Sistemas de información geográfica y percepción remota

5.4.1 Revisión de imágenes y mapas del Sistema Lagunar

Con el apoyo de la O.S.C. Pro Esteros, el departamento de ecología de la empresa Exportadora de Sal S.A. y de la Reserva de la biósfera “El Vizcaíno” de la CONANP, se recopilaron imágenes y mapas del SL de importancia para la investigación. La O.S.C. Pro Esteros facilitó dos imágenes de la laguna Guerrero Negro del año 2001 (Pro Esteros, 2001b, 2001a). Una de estas, es una imagen satelital con un procesamiento de juego de bandas que permite observar por donde pasan los canales, así como aquellos lugares donde hay presencia de pastos marinos, donde se encuentran las marismas y la vegetación natural de tierras altas al interior de la laguna, principalmente. La otra imagen, es un mapa que caracteriza las diversidad territorial de la laguna. En este mapa se identifican las partes de la laguna que cuentan con presencia de pastos marinos, sitios de importancia para la presente investigación.

Estas dos imágenes han servido como una primera aproximación para la localización definitiva de las áreas con presencia de praderas de pastos marinos dentro del SL. Del mapa de caracterización de la diversidad territorial de la laguna, en el que se definen e identifican estas áreas con claridad, al reconocimiento de las mismas en la imagen satelital. Posteriormente, estas áreas fueron parcialmente reconocidas en las imágenes satelitales cargadas por programa Google Earth. Los parches con presencia de praderas de pastos marinos dentro del SL, a fechas recientes, fueron identificadas en su conjunto únicamente hasta que se procesaron los mosaicos satelitales

Sentinel-2 en el programa Qgis 3.6 en Linux. Al identificarse con claridad estos parches, finalmente se compararon estos con las áreas definidas dentro del mapa de caracterización de la laguna Guerrero Negro (Pro Esteros, 2001a). Esta comparación permitió la identificación de los colores de reflectancia de las praderas de pastos marinos (*Zostera marina*) dentro de los mosaicos satelitales del SL.

5.4.2 Selección de imágenes satelitales y elaboración de mapas

De 17 plataformas disponibles para obtener productos de libre acceso, se escogió la que ofrecía los de mejor calidad para los objetivos buscados en el presente trabajo de investigación: la plataforma Sentinel-2 del programa espacial Copérnico (European Space Agency, 2019b). Cabe destacar que este sensor ha sido diseñado particularmente para el monitoreo y el manejo del medio ambiente. Ofrece información clave sobre la calidad, el estado de salud y la contaminación en lagos y aguas costeras, o sobre la concentración de clorofila y el crecimiento de la vegetación en las superficies de los cuerpos de agua, lo que permite realizar un manejo más sustentable de los recursos acuáticos. (European Space Agency, 2019b, 2019e, 2019c).

Con 13 bandas en la gama de luz, este sensor capta escenas con una innovadora, amplia y alta resolución multiespectral. Estas escenas son productos de tipo L1C, mosaicos con reflectancia al tope de la atmósfera (TOA) proyectadas en el sistema coordenado UTM bajo el elipsoide WGS84 en geometría cartográfica fija. Cuentan, además, con correcciones radiométricas y geométricas, incluyendo ortorectificaciones y registro espacial (European Space Agency, 2019a). Abarcan una cobertura de 100 km², (European Space Agency, 2019a) y cuentan

con una resolución espacial de datos de 10m cuadrados por pixel (European Space Agency, 2019d). Estos productos tienen una carga de entre 500 y 600 MB.

Se descargaron 6 escenas de este tipo desde la plataforma digital www.landviewer.com (Earth Observing System, 2019), que captan el SL. Estas escenas fueron captadas los días 5, 10 y 25 del mes de Septiembre del año 2018. Un par de ellas por cada día para abarcar toda del área de estudio. Las fechas de las escenas fueron escogidas de acuerdo con el intervalo de tiempo de mayor densidad de brote anual de *Zostera marina* (1457 ± 158 brotes m^{-2}) en el área, es decir, del mes de junio al mes de septiembre (Cabello-Pasini et al., 2003). Otro criterio para escoger las escenas fue que contaran con la mayor visibilidad posible del área de estudio. De las 6 imágenes descargadas, se escogieron las escenas del día 25 para realizar el estudio y los mapas. Estas fueron captadas con apenas 0.03 % y 0.23% de nubosidad y con una salida del sol a los 56.91° y los 57.71° respectivamente. Las escenas del área de estudio se ubican en la zona 11R del sistema coordenado Universal Transversal de Mercator (UTM).

Con el complemento de clasificación semi-automática se hizo un juego de bandas en el programa Qgis. Para este, se usaron los mosaicos de los matices rojo, verde y azul. A partir de este juego, se obtuvieron escenas de color natural con las cuales fue posible trazar polígonos del área de estudio. Los polígonos trazados correspondieron a las áreas acuáticas de las lagunas que conforman el SL. Estos fueron hechos a la escala 1:7000. El criterio que se siguió para trazarlos, así como para establecer la escala, fue dado por la diferencia del reflejo lumínico entre el área acuática y el área terrestre en las escenas. El borde divisor del área terrestre o arenosa (del sitio

de influencia) del área acuática se definió claramente por pixeles de diferente valor a simple vista. Los pixeles del área arenosa reflejaron la luz con intensidad y presentaron un color claro, mientras los pixeles del área acuática absorbieron la luz y presentaron un color oscuro.

Se utilizó el mapa de caracterización de la laguna Guerrero Negro, proporcionado por Pro Esteros (Pro Esteros, 2001a), como criterio para delimitar, en primera instancia, el perímetro del polígono de la laguna. Posteriormente, se realizaron los polígonos de la laguna Ojo de Liebre y de la laguna Manuela. Para la realización de estos, se utilizaron como criterio las áreas de las lagunas definidas en el Programa de Manejo Reserva de la Biósfera el Vizcaíno (Instituto Nacional de Ecología & Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000). A los polígonos de las lagunas se les añadieron polígonos de sus islas interiores. Esto con la finalidad de eliminar los datos de sus pixeles al momento de tratar las escenas con los valores de reflectancia.

Posteriormente de hacer los polígonos, se hizo un pre-procesamiento de las escenas. Con el complemento de clasificación semi-automática del programa Qgis se aplicaron conversiones a reflectancia de las escenas de color natural, con corrección atmosférica DOS1. Este tratamiento de las escenas, permitió observar con mejor claridad y definición los parches de praderas de pastos marinos dentro del SL. Una vez obtenidas las escenas con valores de reflectancia, se procedió a hacer cortes de las mismas con los polígonos de las lagunas previamente trazados. Como resultado, se obtuvieron escenas definidas a los límites de las lagunas que conforman el

SL. Con estas escenas cortadas se obtuvieron otros valores de reflectancia que definieron con mayor claridad los parches de pastos marinos en el SL.

A estos conjuntos de mosaicos que captan todo el SL, se les añadieron las síntesis de las posiciones geográficas obtenidas de las primeras bases de datos: monitoreos ecológicos, pesca histórica, monitoreos ecológicos junto con la pesca histórica, monitoreos ecológicos sin pesca histórica y pesca histórica sin los monitoreos ecológicos de *Chelonia mydas*, dentro del SL. Al ser añadidas las posiciones geográficas a las escenas cortas y procesadas, se agregaron como fondo los mosaicos enteros pre-procesados para la realización de los mapas. Las imágenes obtenidas de las superposiciones de las capas de los raster enteros pre-procesados con valores de reflectancia como fondo, seguidos de los rasters cortados de las lagunas y por último de las síntesis de los conjuntos de las posiciones geográficas obtenidas, fueron cortadas de forma vertical para poder captar todo el SL y así realizar de los mapas. Finalmente, a estas imágenes se les añadieron escalas y símbolos cardinales para obtener los mapas finales.

6. RESULTADOS

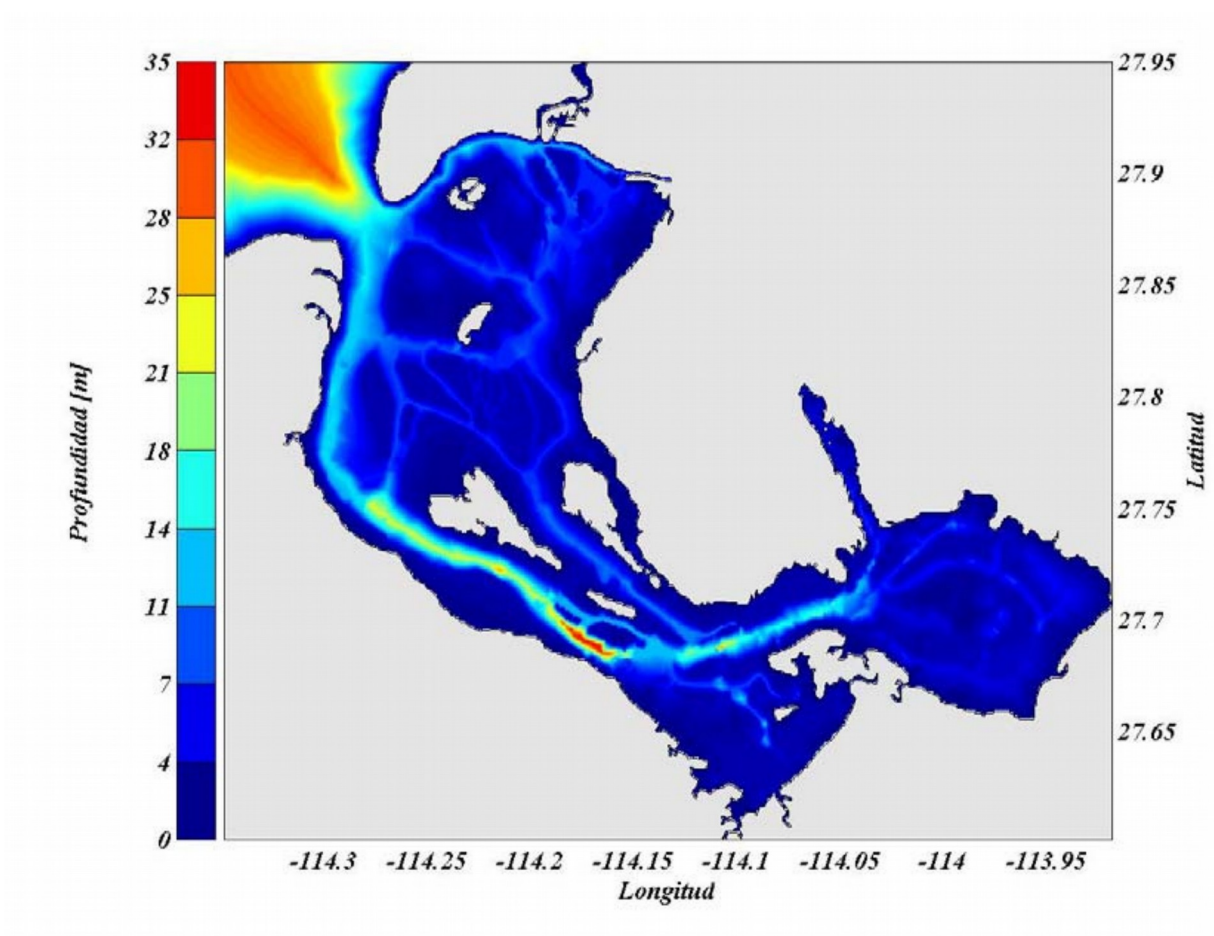
6.1 Distribución de *Z. marina*

El SL muestra gran diversidad morfológica y batimétrica, que afecta y delimita la distribución de *Zostera marina* (Cabello-Pasini et al., 2003; Short et al., 2010). Ubicada en la línea de costa se encuentra la barrera arenosa que separa las aguas de la laguna del mar abierto. La barrera arenosa forma la boca de la laguna y da paso a las aguas marinas por los canales (Lara-Lara et al., 2008). El cuerpo de agua de la laguna que cubre desde los límites de profundidad de fondo hasta la superficie del agua denominada zona sumergida (Lara-Lara et al., 2008). Por otra parte, el perímetro de la laguna se delimita por playas que constituyen zonas inundables por el movimiento de mareas (zonas intermareales) (Lara-Lara et al., 2008). Al interior de la laguna, existen canales de diversos tamaños con pautas de marea y sedimentación determinadas por las corrientes internas (Lara-Lara et al., 2008); en el caso de LOL, existe un canal principal que recorre toda la extensión de la laguna desde la boca y es la parte de la laguna con mayor profundidad (10-30m) y con mayor turbulencia (Mapa 1) (de Velasco, 2000).

A través del mapeo participativo se identificaron algunas extensiones someras (~3-7m) aledañas a los canales (de Velasco, 2000), denominadas “hondables” por los pescadores locales. Se ha determinado que *Z. marina* crece en aguas someras y en zonas intermareales con turbulencia baja o moderada, principalmente entre -2 y 5m de profundidad (Cabello-Pasini et al., 2003; Short et al., 2010; Watson & Hinojosa Corona, 2017). Para fines de este estudio,

únicamente se tomarán en cuenta las praderas de *Z. marina* en zonas sumergidas, ya que éstas son las que utiliza *C. mydas* (Felger et al., 2005; Senko et al., 2010).

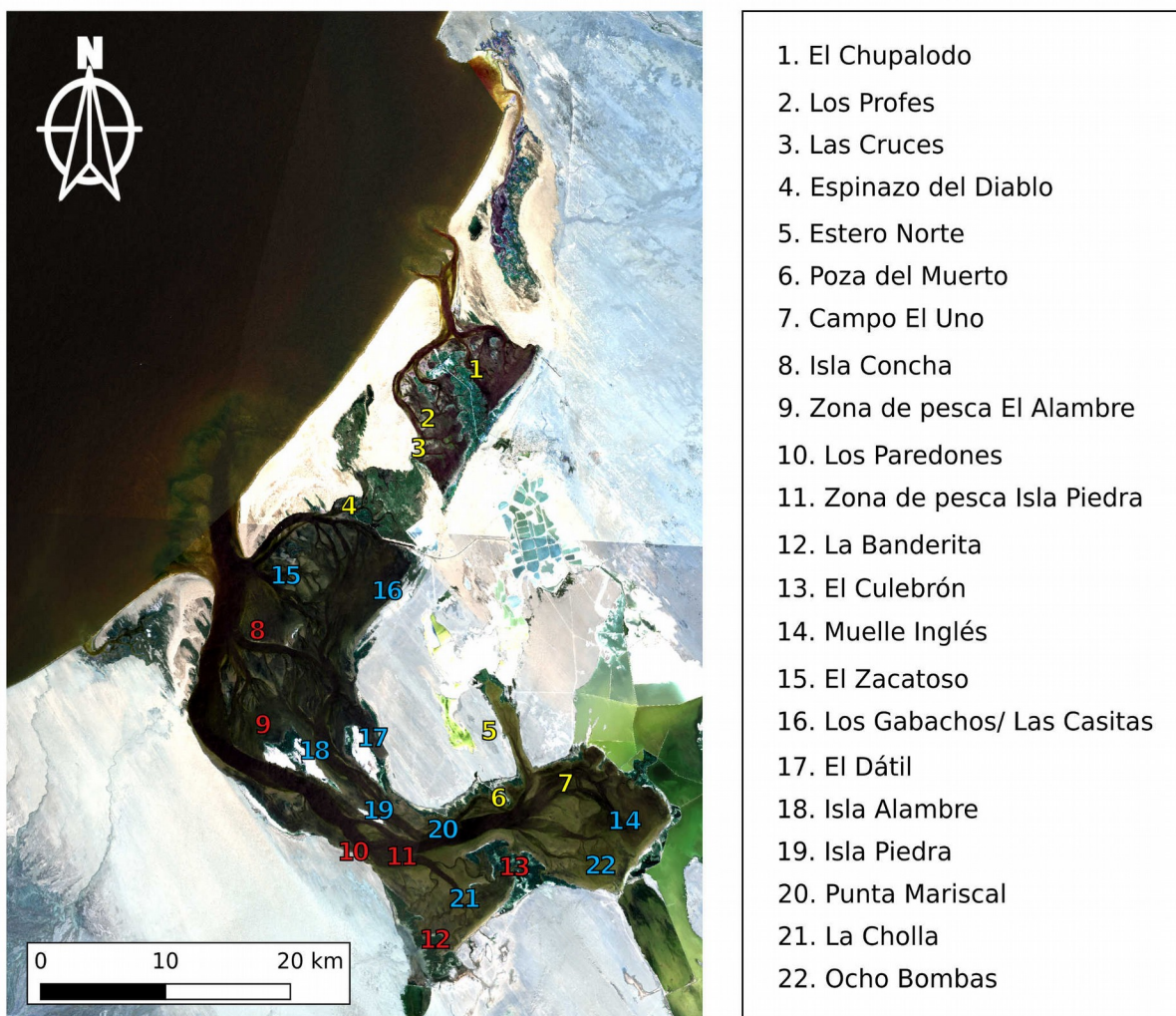
Por medio de percepción remota se registraron fragmentos de praderas de *Z. marina* (en adelante, fragmentos) distribuidos en las tres lagunas, (Mapa R2) con la excepción de los canales, cuya profundidad y turbulencia impiden el crecimiento de *Z. marina* el SL (de Velasco, 2000; Short et al., 2010). Estos muestran una coloración café claro en la laguna Ojo de Liebre y gris en las lagunas Guerrero Negro y Manuela (esta diferencia en la coloración de los fragmentos se debe a los valores resultantes del procesamiento de los dos mosaicos). El análisis visual de la imagen de LOL sugiere que, los fragmentos se distribuyen de forma sucesiva por toda el área de la laguna, separados únicamente por los flujos de los canales que la atraviesan de norte a sur y de oeste a este. Los fragmentos ubicados al sur y al este de la laguna, desde la punta más baja de la Isla de Piedra hasta el límite este de la laguna, muestran una coloración más intensa que los fragmentos de las partes norte y oeste. La intensidad en la coloración de estos fragmentos sugiere que en estas áreas hay mayor abundancia relativa de pastos marinos. Estas áreas se ubican desde los lugares comúnmente conocidos como Punta Mariscal y la Banderita, hasta el Muelle inglés. Así mismo, cubren los lugares comúnmente conocidos como Campo El Uno, El Estero Norte, Ocho Bombas, La Poza del Muerto y La Cholla (Mapa 2). Los nombres de todos los sitios registrados en el estudio se encuentran en el Mapa 3.



Mapa 1: Batimetría de la Laguna Ojo de Liebre (de Velasco, 2000). Nótese el canal principal (10-25m de profundidad) y las extensiones someras u hondables aledañas a los canales (~3-7m de profundidad).



Mapa 2: Distribución de Z. marina en el SL a partir de percepción remota.



Mapa 3: Nomenclatura de sitios dentro del SL. Incluye sitios de monitoreo (amarillo), pesca histórica (rojo) y sitios con monitoreo y pesca histórica (azul).

6.2 Monitoreo

El monitoreo de tortuga marina en el SL se ha realizado por parte de la CONANP y la ESSA, esto desde el año 2001 hasta la actualidad. Los monitoreos en el agua miden la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) definida como el número de tortugas capturadas por 100m de red con 24h de remojo. Las redes se revisan cada hora para evitar ahogamientos y las tortugas capturadas se miden para registrar datos morfométricos tales como el peso, largo recto y ancho recto de caparazón, profundidad de cuerpo y largo, y ancho curvo de caparazón. Asimismo, a cada tortuga se le coloca una marca metálica para su identificación (Koch, 2013). Se tiene planeado realizar un monitoreo de 24h cada mes y un monitoreo masivo de dos a tres días cada año, aunque la realización de los monitoreos puede variar a causa de las restricciones climáticas, logísticas, etc. (Koch, 2013).

6.2.1 Base de datos de monitoreo

De las bases de datos se obtuvieron el número total de monitoreos por sitio y en toda la cronología, así como el número total de las posiciones geográficas de los monitoreos. Este último corresponde con 45 posiciones geográficas referentes del monitoreo de tortuga marina (Anexo, Tabla A1) dentro del SL. Con base en estas posiciones, se identificaron 17 diferentes sitios de monitoreo entre la Laguna Ojo de Liebre y la Laguna Guerrero Negro, correspondiendo la mayoría de estos a la primera. Estos son los sitios comúnmente conocidos como El Dátil, Punta Mariscal, El Estero Norte, La Cholla, El Muelle Inglés, La Poza del muerto, Los Gabachos, El

Campo El Uno, El Espinazo del Diablo, El Zacatoso, El Islote Los Profes, El Chupalodo, Las Cruces, Ocho Bombas, Las Casitas, Isla Alambre e Isla Piedra (Mapa 4). De todos estos sitios, el Islote la Cholla es el que cuenta con mayor número de monitoreos en toda la cronología, sumando un total de 31 monitoreos registrados.

6.2.2 Distribución espacial del monitoreo

Desde la declaración de la REBIVI en el año 2001 hasta fechas recientes (2018) se han realizado 125 monitoreos de tortuga marina dentro del SL. De acuerdo con la cronología, los esfuerzos de estos se han concentrado principalmente en las partes centro, sur y oeste de la LOL (Mapa 4). En todo el SL, 17 diferentes sitios han sido considerados para los monitores, de los cuales 3 han destacado. De acuerdo con las bases de datos y con en el mapa de la distribución espacial de los monitoreos de tortuga marina en el SL, los sitios con mayor número de muestreos son la Cholla (n=31), el Muelle Inglés (n=23) y el Dátil (n=20), que constituyen el 59.2% de los esfuerzos de muestreo. El 40.8% restante se ha realizado en otros 14 sitios (Tabla 5).

Del año 2001 al 2011, que representa más de la mitad de la cronología, el monitoreo se realizó prácticamente en un solo sitio: La Cholla. Después de ese año, la distribución espacial del monitoreo de tortuga marina se ha diversificado. Hubo un incrementó en el número de sitios de muestreo entre 2011 y 2018. Cabe destacar que el 59% de los sitios monitoreados (n=10) cuentan con menos de 5 muestreos cada uno (Tabla 6, Figura 2).

La mayor diversificación espacial de los muestreos se ha dado en años recientes. Los años con el mayor número de sitios muestreados han sido 2016 (n=8), 2017 (n=10) y 2018 (n=8). En este sentido, la diversificación espacial es algo novedoso en el monitoreo de tortuga marina dentro del SL y abarca un periodo muy corto de la cronología completa (2001-2018) (para un desglose de los sitios monitoreados véase Anexos, Figura A1 y la Tabla A1).

TABLA 5: NÚMERO Y PORCENTAJE DE MONITOREOS POR SITIO		
LUGAR	NÚMERO TOTAL DE MONITOREOS	PORCENTAJE SOBRE EL TOTAL DE LOS MONITOREOS
La Cholla	31	24.80%
Muelle Inglés	23	18.40%
El Dátil	20	16.00%
El Chupalodo	14	11.20%
Espinazo del Diablo	8	6.40%
Estero Norte	7	5.60%
Campo El Uno	5	4.00%
Las Casitas	3	2.40%
Los Profes	3	2.40%
Ocho Bombas	3	2.40%
Las Cruces	2	1.60%
Punta Mariscal	1	0.80%
Poza del Muerto	1	0.80%
Los Gabachos	1	0.80%
El Zacatoso	1	0.80%
Isla Alambre	1	0.80%
Isla Piedra	1	0.80%
TOTAL DE MONITOREOS	125	100.00%



Mapa 4: Distribución de sitios de monitoreo de C. mydas en el SL.

TABLA 6: DESGLOSE DE SITIOS, CAPTURAS TOTALES Y RECAPTURAS				
AÑO	NÚMERO DE SITIOS MONITOREADOS	NÚMERO DE TORTUGAS	NÚMERO DE RECAPTURAS	PORCENTAJE DE RECAPTURA (POR AÑO)
2001	1	13	1	7.69%
2002	1	29	2	6.90%
2003	1	62	15	24.19%
2004	1	13	1	7.69%
2005	1	33	10	30.30%
2006	1	3	0	0.00%
2007	1	42	5	11.90%
2008	1	11	0	0.00%
2009	1	17	7	41.18%
2010	1	63	13	20.63%
2011	2	72	11	15.28%
2012	1	119	8	6.72%
2013	4	164	15	9.15%
2014	5	264	12	4.55%
2015	3	196	17	8.67%
2016	8	183	11	6.01%
2017	10	265	12	4.53%
2018	8	422	68	16.11%
TOTAL	- -	1971	208	- -

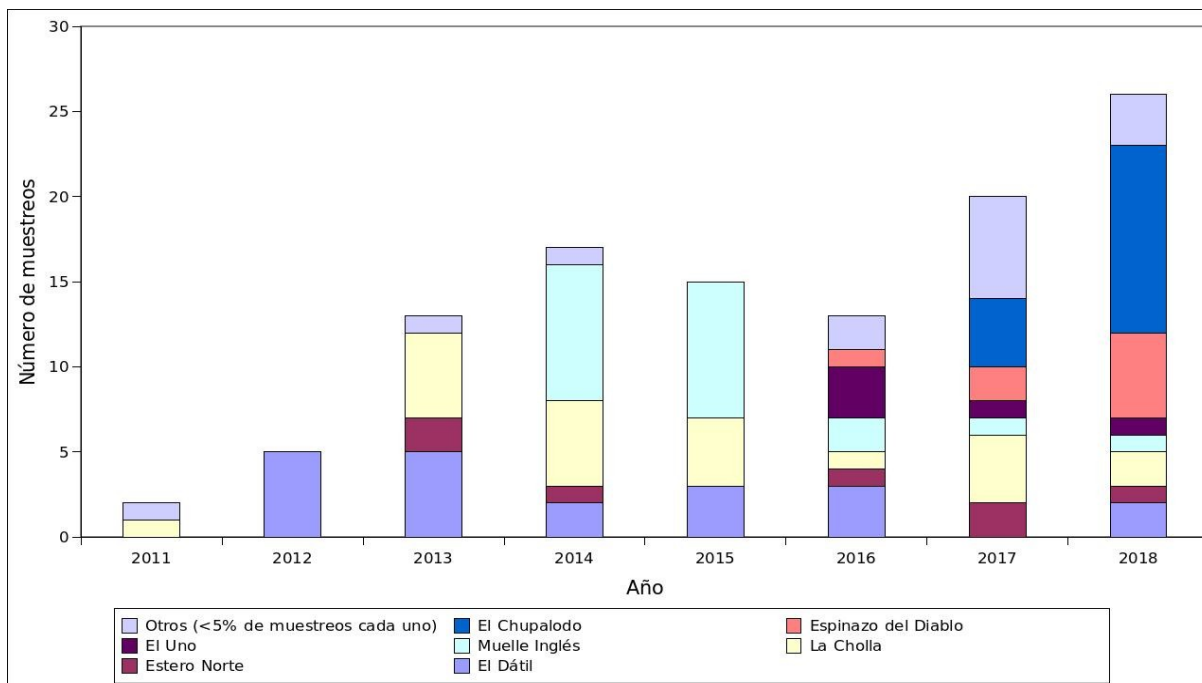


Figura 2: Número de monitoreos por año y por sitio (2001-2018). Los sitios con un aporte individual de menos del 5% de los monitoreos totales se agrupan como “otros”.

6.2.3 Esfuerzo de monitoreo

El esfuerzo de monitoreo, entendido como el número de muestreos por año, ha sido altamente variable a lo largo de la cronología 2001-2018 ($\mu=9.78 \pm 7.93$, $n=18$) y ha mostrado un incremento a partir del año 2013 (Figura 3). La media del número de muestreos por año incrementó de manera significativa (prueba t de dos muestras, $p=0.009$, $\alpha=0.05$) en el periodo 2010-2018 ($\mu=14.78 \pm 8.36$, $n=9$) respecto al periodo 2001-2009 ($\mu=4.78 \pm 2.73$, $n=9$).

El número de tortugas capturadas, medida como la sumatoria de tortugas capturadas por año, ha sido altamente variable ($\mu=109.5 \pm 116.97$, $n=18$), dándose un dato atípico de 422 tortugas capturadas en el año 2018. Las capturas han mostrado tendencias al alza desde el año 2010 (Figura 4), dándose un incremento significativo (prueba t de dos muestras, $p=0.001$, $\alpha=0.05$) desde el periodo 2010-2018 ($\mu=124.22 \pm 112.15$, $n=9$) respecto al periodo 2001-2009 ($\mu=24.78 \pm 18.61$, $n=9$).

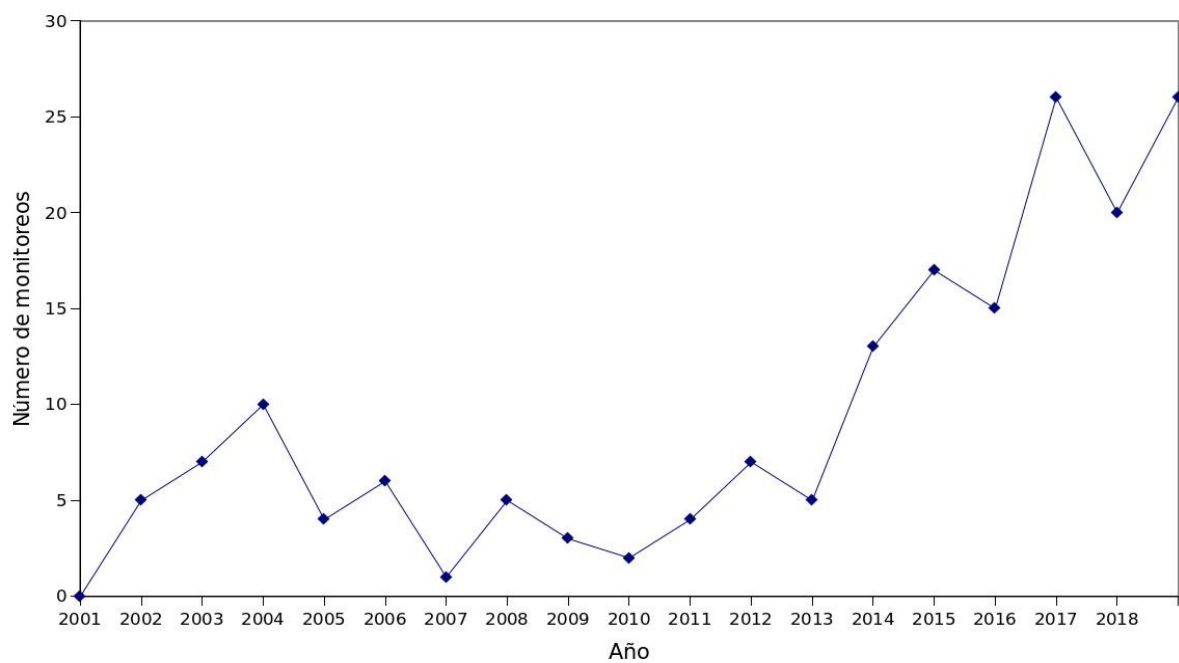


Figura 3: Número de monitoreos de C. mydas por año (2001-2018).

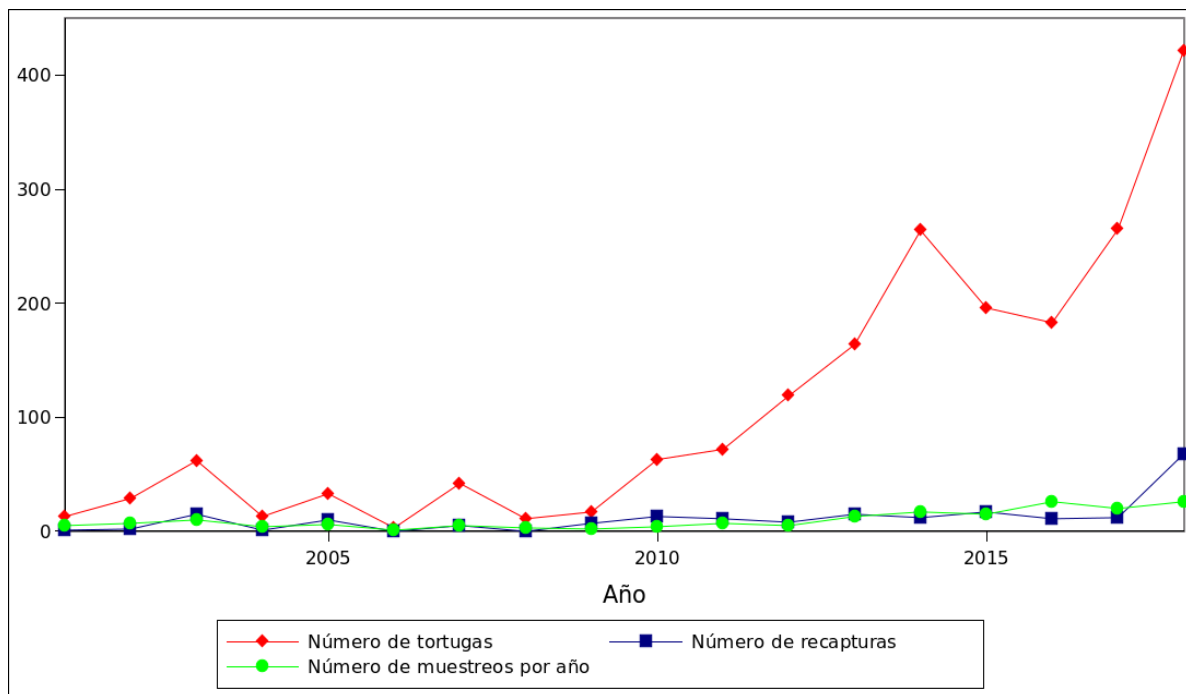


Figura 4: Número de monitoreos de C. mydas por año, número total de ejemplares capturados por año y número de recapturas por año (2001-2018).

6.2.4 Recapturas

El número de recapturas por año se mantuvo relativamente estable durante el periodo 2001-2017 ($\mu=8.23 \pm 5.75$, $n=17$). En el año 2018 hubo un repunte importante de 68 recapturas, que representan un incremento del 826% respecto a la media anual del periodo 2001-2017 (Tabla 6, Figura 5). Este repunte coincide con el periodo de incremento en el esfuerzo y la diversificación espacial del monitoreo (Tabla 6).

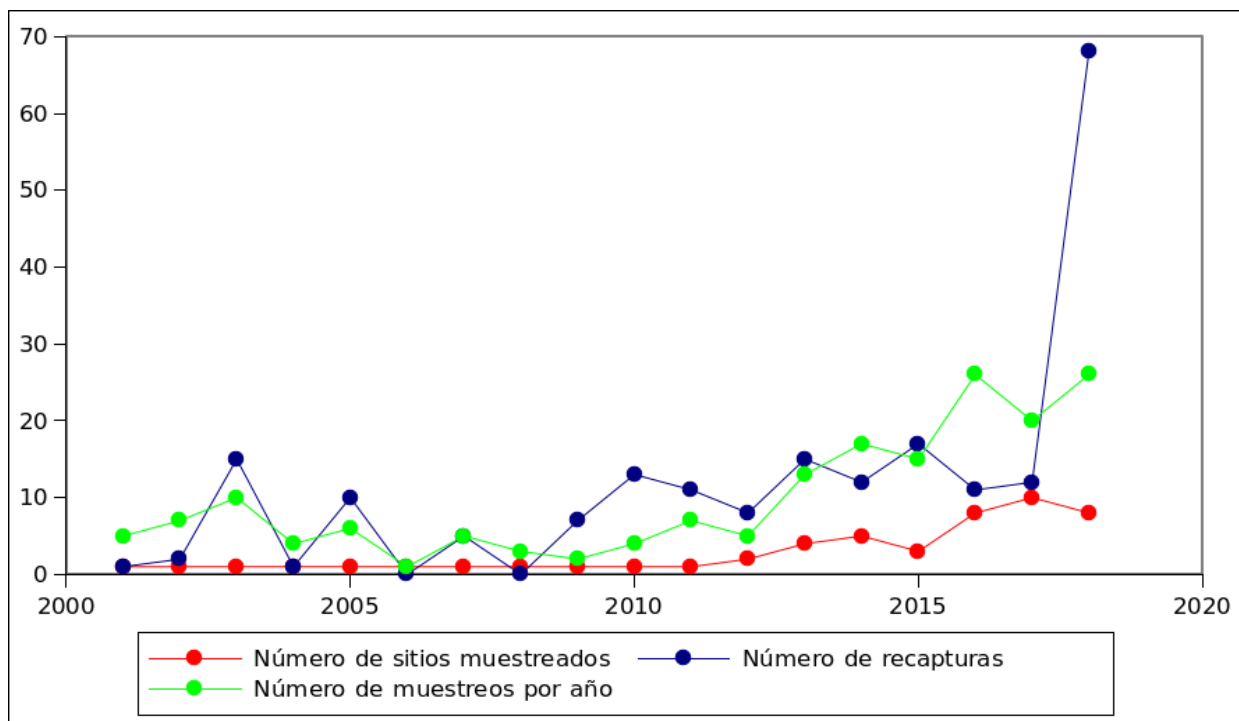


Figura 5: Desglose del número de muestreos de *C. mydas* por año, número de sitios muestreados y número de recapturas en el SL (2001-2018).

6.3 Sitios de pesca

A partir del mapeo participativo se ubicaron 15 sitios de pesca histórica de tortuga marina en el SL: Isla Concha, Isla Alambre, Los Paredones, Isla Piedra, La Banderita, El Culebrón, El Zacatoso, Los Gabachos/Las Casitas, El Dátil, Punta Mariscal, La Cholla, Ocho Bombas, el Muelle Inglés y el Estero Norte. Todos estos sitios se ubican en la LOL y, a grandes rasgos, están distribuidos en toda la laguna (Mapa 5).

Los sitios de pesca eran elegidos por los pescadores de acuerdo a diferentes factores, principalmente: (i) la abundancia de tortugas, (ii) la capacidad de tender redes y (iii) la facilidad logística para acceder a los sitios. Se elegían los hondables y los canales chicos, ya que tenían suficiente corriente para que cayeran las tortugas en las redes. Los canales grandes se evitaban por tener demasiada corriente y profundidad. Las redes se tendían perpendicularmente al canal o al flujo del agua para jalar a las tortugas hacia las redes. La facilidad logística era un factor importante en la selección de sitios, ya que la potencia de los motores fuera de borda era limitada (25-40 caballos de fuerza), por lo que elegían sitios cercanos al pueblo y accesibles en carro para minimizar el tiempo de traslado y el gasto de combustible. En el caso de los viajes a las Islas (Alambre y Piedra), acampaban durante dos o tres días.

Durante las décadas de 1960 y 1970, los pescadores salían de campos pesqueros que facilitaran el acceso a los sitios de pesca con condiciones favorables. Desde el campo pesquero denominado La Hielera (27°51'48.77"N, 114° 8'40.93"O), salían a las zonas de pesca El Chaparrito y El Zacatoso, así como los canales chicos aledaños. Desde el campo El Dátil

(27°47'47.62"N, 114°10'30.89"O), pescaban en los canales y hondables aledaños; este sitio también se conoce como La Lagunita. Asimismo, partían a la Islas (Alambre y Piedra) y las zonas pesqueras cercanas. Cabe destacar que se definen como zonas de pesca de Isla Piedra e Isla Alambre los canales chicos y hondables aledaños, para distinguirlos de los sitios de monitoreo de estas islas (Mapa 3). Desde el campo de Las Águilas (27°43'5.04"N, 114° 8'2.51"O), se desplazaban a los sitios de Los Paredones y La Banderita; éstos últimos no han sido monitoreados. Desde el campo de La Cholla (27°37'44.37"N, 114° 4'11.26"O), se trabajaban los sitios pesqueros de La Cholla y El Culebrón. Desde el campo El Uno (27°45'29.49"N, 113°59'10.01"O), salían al Muelle Inglés. De manera ocasional, pescaban por fuera del Estero Norte, aunque no se adentraban al estero por la lejanía y porque no había la necesidad de hacerlo para capturar a las tortugas. Por esta razón, no se considera al Estero Norte como un sitio de aporte significativo a la pesca histórica y no se le incluye en el mapa ni en las categorías de sitios de pesca históricos.



Mapa 5: Distribución de sitios de pesca histórica de C. mydas en el SL.

6.4 Sitios de monitoreo potencial

Se identifican 9 sitios en la LOL donde ha habido pesca histórica y monitoreo: El Zacatoso, Los Gabachos/Las Casitas, El Dátil, Isla Alambre, Isla Piedra, Punta Mariscal, La Cholla, Ocho Bombas y el Muelle Inglés (Mapa 6). Los sitios P+M se agrupan en la parte central de la laguna y no aparece ninguno de ellos en los límites oeste y sur, ni aledaños al canal principal. Cabe destacar que los sitios de monitoreo sin pesca también se agrupan en dos áreas definidas: (i) la laguna Guerrero Negro y áreas aledañas de LOL y (ii) el Estero Norte y sitios cercanos.

A través del mapeo participativo y el análisis de los monitoreos se identifican 6 sitios de pesca histórica que no han sido monitoreados: Isla Concha, zona de pesca El Alambre, Los Paredones, zona de pesca Isla Piedra, La Banderita y El Culebrón. Éstos constituyen sitios de monitoreo potencial, porque (i) el mapeo participativo y la investigación etnográfica indican que había abundancia histórica de tortugas; (ii) que no se han monitoreado en la actualidad y (iii) coinciden con la identificación de la distribución de *Z. marina* realizada mediante percepción remota. De manera contrastante con los sitios con pesca histórica y monitoreo, estos sitios de monitoreo potencial se ubican en los límites oeste y sur, y aledaños al canal principal. El análisis visual sugiere que en conjunto el área que abarcan estos sitios y los fragmentos de *Z. marina* cercanos a ellos, corresponda a ~30% del área de LOL.



Mapa 6: Sitios de monitoreo (amarillo), pesca histórica sin monitoreo (rojo) y pesca histórica con monitoreo (azul). Algunos sitios con más de coordenada registrada se sintetizaron como posiciones geográficas únicas.

7. DISCUSIÓN

7.1 Monitoreo de *C. mydas*

Los datos de monitoreo, tanto del SL como de otros hábitat de alimentación de la península, sugieren una tendencia de incremento en la abundancia de *C. mydas* (Avilés Chávez, 2018; Early-Capistrán et al., 2018). Sin embargo, se requiere mayor información de monitoreo y una mayor tasa de recaptura para poder generar modelos de dinámica poblacional y abundancia de *C. mydas* y para evaluar de manera robusta su estado de conservación (Avilés Chávez, 2018; Early-Capistrán et al., 2018). Los resultados de esta investigación sugieren que un mayor esfuerzo de monitoreo y una mayor distribución espacial del mismo pueden contribuir a un incremento en las recapturas.

Los sitios de monitoreo potencial identificados en la presente investigación pueden servir como punto de partida para extender el monitoreo a nuevos sitios en el SL. Esto podría incluir las áreas de los límites oeste y sur y a las zonas aledañas al canal principal de la LOL, así como a los sitios de monitoreo potencial identificados en los resultados (Isla Concha, zona de pesca El Alambre, Los Paredones, zona de pesca Isla Piedra, La Banderita y El Culebrón). Asimismo, los mapas de distribución *Z. marina* también pueden funcionar como material de apoyo para definir nuevos sitios de monitoreo a futuro. Esto puede ser el caso, en el mismo SL, de la Laguna Manuela, donde hay cobertura de *Z. marina*, pero no hay antecedentes de pesca histórica ni monitoreo.

7.2 Monitoreo de *Z. marina*

Es necesario realizar investigaciones que incluyan muestreos en campo e integren la percepción remota para evaluar los cambios a largo plazo en la distribución y cobertura de *Z. marina* dentro del SL. En particular, se recomienda que investigaciones futuras aborden los procesos de desintegración, fragmentación, cambios en biomasa, conservación o modificaciones en los sistemas de pastos marinos en el SL mediante la combinación de técnicas de percepción remota y muestreo *in situ* (Lyons et al., 2015). Específicamente en la LOL, se observa que algunos fragmentos de praderas de pastos marinos, de las partes norte y oeste tienen bordes difuminados, lo que sugiere que estos se están desintegrando. En contraste, los fragmentos de las praderas que se ubican a los lados sur y este de la laguna muestran contornos bien definidos y coloraciones homogéneas e intensas, lo que sugiere una buena integración de los fragmentos y una mejor conservación (Mapa 7) (Subirós, Linde, Pascual, & Palom, 2006). Asimismo, se recomienda integrar los estudios de percepción remota con estudios *in situ* que permitan evaluar los cambios en la biomasa de *Z. marina* (Lyons et al., 2012).

Ante el panorama de la reducción de la cobertura de *Z. marina* en el Pacífico nororiental, y de la entrada de especies invasivas a las lagunas sudcalifornianas, es de vital importancia que se realice mayor investigación a futuro de estos ecosistemas (Cabello-Pasini et al., 2003; Watson & Hinojosa Corona, 2017). La presente investigación, particularmente el procesamiento de imágenes de percepción remota, puede aportar a investigaciones futuras que utilicen las imágenes satelitales para evaluar los cambios espacio-temporales en la cobertura de *Z. marina*.

Esta aproximación de bajo costo puede aportar a la identificación de sitios de alimentación de *C. mydas*. Más allá de las tortugas marinas, también puede aportar al estudio de *Z. marina* y otros ecosistemas de pastos marinos, que tienen importantes funciones ecológicas como hábitats de diversos organismos marinos y como secuestradores de carbono (Mtwana Nordlund et al., 2016; Watson & Hinojosa Corona, 2017).



Mapa 7: Área de observación recomendada para estudios futuros de distribución y cobertura de Z. marina en el SL.

7.3 Aporte metodológico

Más allá de los resultados generados para el SL, la presente investigación constituye un aporte metodológico novedosa para la identificación de hábitats de alimentación y monitoreo de tortugas marinas, que puede contribuir de manera sustancial al manejo y la conservación. Este método es de bajo costo, y puede replicarse en zonas de alimentación de *C. mydas* alrededor del mundo, como el Mediterráneo, el Caribe y la región Indo-Pacífico (e.g., Australia, Indonesia, India, etc.), entre otras (Broderick et al., 2007; Heithaus et al., 2014).

Esta aproximación se realiza en conjunto con las comunidades, integrando su conocimiento a los procesos de manejo y conservación de los ecosistemas (Mistry & Berardi, 2016). Asimismo, brinda una manera práctica de integrar el conocimiento empírico de los pescadores con el quehacer científico, con una aplicación directa al manejo y la conservación (Johannes et al., 2000). En este caso, el conocimiento empírico de los pescadores, recopilado a lo largo de años ó décadas de trabajo, se ha integrado con el conocimiento brindado por la tecnología de punta de la percepción remota. Dichas aproximaciones son particularmente valiosas para recopilar información detallada y empírica a nivel local, y también para generar información a largo plazo que puede servir para abordar retos futuros en el manejo y la conservación (Mistry & Berardi, 2016).

8. RECOMENDACIONES

- Hacer muestreos prospectivos en los sitios de monitoreo potencial identificados en la presente investigación (Isla Concha, zona de pesca El Alambre, Los Paredones, zona de pesca Isla Piedra, La Banderita y El Culebrón).
- Continuar con la diversificación espacial del monitoreo de tortuga marina.
 - Ampliar el monitoreo a las áreas de los límites oeste y sur y a las zonas aledañas al canal principal de la LOL.
- Continuar realizando monitoreos mensuales para asegurar la obtención de datos que permitan el desarrollo de modelos de dinámica poblacional (e.g. modelos de marcaje-recaptura) y abundancia.
- Utilizar el mapa de distribución de *Zostera marina* como material de apoyo para definir o ubicar nuevos sitios de monitoreo de *C. mydas* a futuro.
 - Realizar muestreos prospectivos en la Laguna Manuela
- Diseñar y realizar investigaciones con base en la percepción remota para evaluar los cambios a largo plazo en la distribución y cobertura de *Z. marina* dentro del SL.
- Realizar estudios *in situ* y caracterización de hábitat de *Zostera marina* (tipo de sustrato, batimetría, factores abióticos, etc.)

9. CONCLUSIONES

El conjunto de diversas fuentes de datos —mapeo participativo, percepción remota y análisis de bases de datos de monitoreo— permitió identificar 6 sitios de monitoreo potencial de *C. mydas* que conjuntan disponibilidad de alimento (*Z. Marina*) con la abundancia histórica conocida de tortugas. Los sitios de monitoreo potencial identificados en esta investigación pueden servir como punto de partida para extender el monitoreo a nuevos sitios en el SL. Si bien los datos de monitoreo en el SL y otros sitios índice de alimentación del noroeste de México sugieren una tendencia de incremento en la abundancia de *C. mydas* (Early-Capistrán et al., 2018; Seminoff et al., 2015), se requiere mayor información de monitoreo y una mayor tasa de recaptura para poder generar modelos de dinámica poblacional y abundancia y determinar de manera robusta su estado de conservación (Avilés Chávez, 2018). La expansión espacial del monitoreo en el SL puede aportar de manera importante a este proceso, sobretodo si continúa la tendencia al alza en la tasa de recapturas (Avilés Chávez, 2018). Es necesario que futuras investigaciones aborden estos retos, para fortalecer el buen manejo y la conservación de esta especie en el área de estudio.

La presente investigación es un aporte novedoso para la detección de la cobertura de *Zostera marina* en sitios de alimentación de *C. mydas*. Más allá del área de estudio, este método podría replicarse en zonas de alimentación de *C. mydas* alrededor del mundo. Asimismo, más allá de las tortugas marinas, brinda una aproximación práctica para evaluar los cambios espacio-temporales en la cobertura de las *Z. marina* mediante la percepción remota.

LITERATURA CITADA

- Avilés Chávez, A. (2018). *Ecología poblacional de la tortuga verde (Chelonia mydas) en dos zonas de alimentación de la península de Baja California, México* (Maestría en Ciencias). Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Ensenada, México.
- Bernard, H. R. (2011). *Research Methods in Anthropology: Qualitative and Quantitative Approaches* (5a ed.). New York: AltaMira Press.
- Bjorndal, K. A. (1997). Foraging Ecology and Nutrition of Sea Turtles. En P. L. Lutz & J. A. Musick (Eds.), *The Biology of Sea Turtles* (pp. 199–231).
- Bjorndal, K. A., & Jackson, J. B. C. (1996). Roles of Sea Turtles in Marine Ecosystems: Reconstructing the Past. En P. L. Lutz, J. A. Musick, & J. Wyneken (Eds.), *The biology of sea turtles* (pp. 259–273). Boca Raton, Fla: CRC Press.
- Bolten, A. B. (2003). Variation in Sea Turtle Life History Patterns: Neritic versus Oceanic Developmental Stages. En P. L. Lutz, J. A. Musick, & J. Wyneken (Eds.), *The biology of sea turtles: Vol. II* (pp. 243–257). Boca Raton, Fla: CRC Press.
- Broderick, A. C., Coyne, M. S., Fuller, W. J., Glen, F., & Godley, B. J. (2007). Fidelity and overwintering of sea turtles. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1617), 1533–1539. <https://doi.org/10.1098/rspb.2007.0211>
- Broderick, A. C., Frauenstein, R., Glen, F., Hays, G. C., Jackson, A. L., Pelembe, T., ... Godley, B. J. (2006). Are green turtles globally endangered? *Global Ecology and Biogeography*, 15(1), 21–26. <https://doi.org/10.1111/j.1466-822X.2006.00195.x>

- By, R. A. de, & Huisman, O. (2009). *Principles of geographic information systems: An introductory textbook*. Enschede: The International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC).
- Cabello-Pasini, A., Muñiz-Salazar, R., & Ward, D. H. (2003). Annual variations of biomass and photosynthesis in *Zostera marina* at its southern end of distribution in the North Pacific. *Aquatic Botany*, 76(1), 31–47. [https://doi.org/10.1016/S0304-3770\(03\)00012-](https://doi.org/10.1016/S0304-3770(03)00012-)
- Casale, P., Mazaris, A. D., Freggi, D., Vallini, C., & Argano, R. (2009). Growth rates and age at adult size of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea, estimated through capture-mark-recapture records. *Scientia Marina*, 73(3), 589–595. <https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n3589>
- Chaloupka, M., Bjørndal, K. A., Balazs, G. H., Bolten, A. B., Ehrhart, L. M., Limpus, C. J., ... Yamaguchi, M. (2008). Encouraging outlook for recovery of a once severely exploited marine megaherbivore. *Global Ecology and Biogeography*, 17(2), 297–304. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2007.00367.x>
- Chambers, R. (2006). Participatory Mapping and Geographic Information Systems: Whose Map? Who is Empowered and Who Disempowered? Who Gains and Who Loses? *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 25(1), 1–11. <https://doi.org/10.1002/j.1681-4835.2006.tb00163.x>
- Christiaen, B., Lehrter, J., Goff, J., & Cebrian, J. (2016). Functional implications of changes in seagrass species composition in two shallow coastal lagoons. *Marine Ecology Progress Series*, 557, 111–121. <https://doi.org/10.3354/meps11847>
- CONABIO, The Nature Conservancy, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, & ProNatura A.C. (2013). Ficha técnica para la evaluación de los sitios prioritarios para la conservación de los ambientes costeros y oceánicos de México: Sistema lagunar Ojo de Liebre-Guerrero Negro-Manuela. Recuperado el 30 de octubre de 2018, de

- http://www.conabio.gob.mx/gap/images/4/4f/6_Sistema_Lagunar_Ojo_Liebre_Guerrero_Negro_Manuela.pdf
- de Velasco, G. G. (2000). *Análisis de la Circulación y las Condiciones Físicas de la Laguna Ojo de Liebre, B.C.S. con Relación a la Mortandad de Tortugas Marinas Durante Diciembre de 1997* (p. 45). La Paz, B.C.S., México: Centro de Estudios Científicos y de Educación Superior de Ensenada.
- Delgado-Trejo, C. (2016). *Recovery of the Black Sea Turtle in Michoacan, Mexico*. (p. 34) [Final Report to the U.S. Fish and Wildlife Service]. U.S. Fish and Wildlife Service y Universidad Michoacana San Nicolás Hidalgo.
- Des Lauriers, M. R. D. (2011). Of Clams and Clovis: Isla Cedros, Baja California, Mexico. En N. F. Bicho, J. A. Haws, & L. G. Davis (Eds.), *Trekking the Shore* (pp. 161–177). Recuperado de http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-8219-3_7
- Early Capistrán, M. M. (2014). *Análisis diacrónico de la explotación, abundancia y talla de Chelonia mydas en la península de Baja California, 12,000 A.P.-2012*. (Maestría en Ciencias). Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F.
- Early-Capistrán, M.-M., Sáenz-Arroyo, A., Cardoso-Mohedano, J.-G., Garibay-Melo, G., Peckham, S. H., & Koch, V. (2018). Reconstructing 290 years of a data-poor fishery through ethnographic and archival research: The East Pacific green turtle (*Chelonia mydas*) in Baja California, Mexico. *Fish and Fisheries*, 19(1), 57–77. <https://doi.org/10.1111/faf.12236>
- Earth Observing System. (2019). Ensenada, Baja California, Mexico. - Land Viewer | EOS. Recuperado el 26 de junio de 2019, de Land Viewer. URL: <https://eos.com/landviewer/?lat=31.8667427&lng=-116.5963713&z=11>
- Eckert, K. L., IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group, World Wildlife Fund (U.S.), Center for Marine Conservation, United States, National Oceanic and Atmospheric Administration,

... Species Survival Commission. (1999). *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*. Washington, D.C.: IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group.

European Space Agency. (2019a). Data products. Recuperado el 20 de junio de 2019, de European Space Agency. URL: http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Data_products

European Space Agency. (2019b). Introducing Sentinel-2. Recuperado el 19 de junio de 2019, de European Space Agency. website: http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Introducing_Sentinel-2

European Space Agency. (2019c). Plant health. Recuperado el 19 de junio de 2019, de European Space Agency. URL: http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Plant_health

European Space Agency. (2019d). Sentinel-2—Missions—Resolution and Swath—Sentinel Handbook. Recuperado el 20 de junio de 2019. URL: <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload/resolution-and-swath>

European Space Agency. (2019e). Water bodies. Recuperado el 20 de junio de 2019, de European Space Agency. URL: http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Water_bodies

Felger, R. S., Nichols, W. J., & Seminoff, J. A. (2005). Sea Turtles in Northwestern Mexico: Conservation, Ethnobiology, and Desperation. En J.-L. E. Cartron, G. Ceballos, & R. S. Felger (Eds.), *Biodiversity, Ecosystems, and Conservation in Northern Mexico* (pp. 405–423).

- Gardner, S. C., & Nichols, W. J. (2001). Assessment of sea turtle mortality rates in the Bahía Magdalena region, Baja California Sur, México. *Chelonian Conservation and Biology*, 4(1), 197–199.
- Godley, B., Barbosa, C., Bruford, M., Broderick, A. C., Catry, P., Coyne, M. S., ... Witt, M. J. (2010). Unravelling migratory connectivity in marine turtles using multiple methods: Migratory connectivity in marine turtles. *Journal of Applied Ecology*, 47(4), 769–778. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01817.x>
- Godley, B., Blumenthal, J., Broderick, A., Coyne, M., Godfrey, M., Hawkes, L., & Witt, M. (2008). Satellite tracking of sea turtles: Where have we been and where do we go next? *Endangered Species Research*, 4, 3–22. <https://doi.org/10.3354/esr00060>
- Goshe, L. R., Avens, L., Scharf, F. S., & Southwood, A. L. (2010). Estimation of age at maturation and growth of Atlantic green turtles (*Chelonia mydas*) using skeletochronology. *Marine Biology*, 157(8), 1725–1740. <https://doi.org/10.1007/s00227-010-1446-0>
- Guber, R. (2015). *La etnografía: Método, campo y reflexividad*. Buenos Aires: Siglo XXI Editores.
- Heithaus, M. R., Alcoverro, T., Arthur, R., Burkholder, D. A., Coates, K. A., Christianen, M. J. A., ... Fourqurean, J. W. (2014). Seagrasses in the age of sea turtle conservation and shark overfishing. *Frontiers in Marine Science*, 1. <https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00028>
- Hossain, M. S., Bujang, J. S., Zakaria, M. H., & Hashim, M. (2015). The application of remote sensing to seagrass ecosystems: An overview and future research prospects. *International Journal of Remote Sensing*, 36(1), 61–114. <https://doi.org/10.1080/01431161.2014.990649>

- Instituto Nacional de Ecología, & Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (2000). *Programa de Manejo de la Reserva de la Biósfera del Vizcaíno*. Recuperado el 15 marzo de 2019. URL: http://www.conanp.gob.mx/que_hacemos/pdf/programas_manejo/vizcaino.pdf
- Jackson, J. B., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjorndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., ... Estes, J. A. (2001). Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *science*, 293(5530), 629–637.
- Johannes, R. E., Freeman, M. M. R., & Hamilton, R. J. (2000). Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries*, 1(3), 257–271.
- Karimi, A., Tulloch, A. I. T., Brown, G., & Hockings, M. (2017). Understanding the effects of different social data on selecting priority conservation areas: Social Opportunities and Constraints. *Conservation Biology*, 31(6), 1439–1449. <https://doi.org/10.1111/cobi.12947>
- Kittinger, J. N., Van Houtan, K. S. V., McClenachan, L. E., & Lawrence, A. L. (2013). Using historical data to assess the biogeography of population recovery. *Ecography*, 36(8), 868–872. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2013.00245.x>
- Koch, V. (2013). *12 años de monitoreo de la tortuga negra (Chelonia mydas) en zonas de alimentación y crianza en el Noroeste de México* (p. 85). Grupo Tortuguero de las Californias A.C. URL: <http://www.grupotortuguero.org/home/wp-content/uploads/Reporte-Cient%C3%ADfico-Tortuga-Negra-1.pdf>
- Kottack, C. P. (2007). *Introducción a la antropología cultural: Un espejo para la humanidad* (11a ed.). Nueva York: McGraw Hill.
- Lara-Lara, J. R., Arreola Lizárraga, J. A., Calderón Aguilera, L. E., Camacho Ibar, V. F., de la Lanza Espino, G., Escofet Giansone, A., ... Zertuche González, J. A. (2008). Los

- ecosistemas costeros, insulares y epicontinentales. En *Capital natural de México: Vol. 1: Conocimiento actual de la biodiversidad* (pp. 109–134). Ciudad de México: CONABIO.
- LeCompte, M., & Goetz, J. (1982). Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research. *Review of Educational Research*, 52(1), 31–60.
- Lunney, D., Crowther, M. S., Shannon, I., & Bryant, J. V. (2009). Combining a map-based public survey with an estimation of site occupancy to determine the recent and changing distribution of the koala in New South Wales. *Wildlife Research*, 36(3), 262. <https://doi.org/10.1071/WR08079>
- Luschi, P., Hays, G. C., Del Seppia, C., Marsh, R., & Papi, F. (1998). The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 265(1412), 2279–2284. <https://doi.org/10.1098/rspb.1998.0571>
- Luschi, P., Hays, G. C., & Papi, F. (2003). A review of long-distance movements by marine turtles, and the possible role of ocean currents. *Oikos*, 103(2), 293–302. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12123.x>
- Lutz, P. L., Musick, J. A., & Wyneken, J. (Eds.). (1997). *The biology of sea turtles*. Boca Raton, Fla: CRC Press.
- Lyons, M. B., Phinn, S. R., & Roelfsema, C. M. (2012). Long term land cover and seagrass mapping using Landsat and object-based image analysis from 1972 to 2010 in the coastal environment of South East Queensland, Australia. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 71, 34–46. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.05.002>
- Lyons, M., Roelfsema, C., Kovacs, E., Samper-Villarreal, J., Saunders, M., Maxwell, P., & Phinn, S. (2015). Rapid monitoring of seagrass biomass using a simple linear modelling approach, in the field and from space. *Marine Ecology Progress Series*, 530, 1–14. <https://doi.org/10.3354/meps11321>

- Mancini, A., Senko, J., Borquez-Reyes, R., Póo, J. G., Seminoff, J. A., & Koch, V. (2011). To Poach or Not to Poach an Endangered Species: Elucidating the Economic and Social Drivers Behind Illegal Sea Turtle Hunting in Baja California Sur, Mexico. *Human Ecology*, 39(6), 743–756. <https://doi.org/10.1007/s10745-011-9425-8>
- Márquez, R. (1996). *Las tortugas marinas y nuestro tiempo*. México D.F.: Fondo de Cultura Económica.
- Mazaris, A. D., Kallimanis, A. S., Tzanopoulos, J., Sgardelis, S. P., & Pantis, J. D. (2009). Sea surface temperature variations in core foraging grounds drive nesting trends and phenology of loggerhead turtles in the Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 379(1–2), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2009.07.026>
- McClenachan, L., Jackson, J. B., & Newman, M. J. (2006). Conservation implications of historic sea turtle nesting beach loss. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 4(6), 290–296.
- Mistry, J., & Berardi, A. (2016). Bridging indigenous and scientific knowledge. *Science*, 352(6291).
- Mtwana Nordlund, L., Koch, E. W., Barbier, E. B., & Creed, J. C. (2016). Seagrass Ecosystem Services and Their Variability across Genera and Geographical Regions. *PLOS ONE*, 11(10), e0163091. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163091>
- Mumby, P. J., Green, E. P., Edwards, A. J., & Clark, C. D. (1997). Measurement of seagrass standing crop using satellite and digital airborne remote sensing. *Marine Ecology Progress Series*, 51–60.
- Nichols, W. J. (2003). *Biology and conservation of sea turtles in Baja California, Mexico* (Doctoral, Universidad de Arizona).
- Plotkin, P. (2003). Adult Migrations and Habitat Use. En P. L. Lutz, J. A. Musick, & J. Wyneken (Eds.), *The biology of sea turtles: Vol. II* (pp. 225–241). Londres: CRC Press.

- Pro Esteros. (2001a). *Caracterización territorial de la laguna Guerrero Negro*. Guerrero Negro, México.
- Pro Esteros. (2001b). *Imagen satelital de la laguna Guerrero Negro*. Guerrero Negro, México.
- Riosmena Rodríguez, R. (2013). Conservation status of *Zostera marina* Populations at Mexican Pacific. En J. A. Daniels (Ed.), *Advances in environmental research Volume 27* (pp. 35-63). Nueva York: Nova Science Publishers.
- Riosmena Rodríguez, R. (2016). *Caracterización de los sitios de forrajeo de la tortuga negra en la Laguna Ojo de Liebre* (p. 69). Guerrero Negro, México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Riosmena-Rodriguez, R. y López-Calderón, J.M. (2012). *Critical Areas For Eelgrass Conservation In Laguna San Ignacio* (p. 22). La Paz, México: Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Rockwood, L. L. (2006). *Introduction to population ecology*. Malden, MA: Blackwell Pub.
- Romero Castillo, J. (2008). *Cronología histórica de Guerrero Negro: Segunda edición*. Guerrero Negro, B.C.S.
- Sáenz-Arroyo, A., Roberts, C. M., Torre, J., Cariño-Olvera, M., & Hawkins, J. P. (2006). The value of evidence about past abundance: Marine fauna of the Gulf of California through the eyes of 16th to 19th century travellers. *Fish and Fisheries*, 7(2), 128–146.
- Santacruz López, E. (2012). *Monitoreo estandarizado de la población de tortugas marinas, en la Reserva de la Biosfera Bahía de Los Ángeles, Baja California, México* (Maestría en Ciencias). CICESE, Ensenada, B.C.
- Schwerdtner Máñez, K., Holm, P., Blight, L., Coll, M., MacDiarmid, A., Ojaveer, H., ... Tull, M. (2014). The Future of the Oceans Past: Towards a Global Marine Historical Research Initiative. *PLoS ONE*, 9(7), e101466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0101466>

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.* , Pub. L. No. DOF: 30/12/2010, NOM-059-SEMARNAT-2010 (2010).
- Seminoff, J. A. (2004). *Chelonia mydas*. Recuperado el 3 de febrero de 2016, de The IUCN Red List of Threatened Species 2004 website: <http://www.iucnredlist.org/details/4615/0>
- Seminoff, J. A. (2010). Sea Turtles of the Gulf of California: Biology, Culture, and Conservation. En R. C. Brusca (Ed.), *The Gulf of California: Biodiversity and Conservation* (pp. 135–167).
- Seminoff, J. A., Allen, C. D., Balazs, G., Dutton, P. H., Eguchi, T., Haas, H. L., ... Waples, R. S. (2015). *Status Review of the Green Turtle (Chelonia mydas) Under the Endangered Species Act* (NOAA Technical Memorandum Núm. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-539; p. 599). Recuperado el 15 junio de 2019, de NOAA URL: http://www.nmfs.noaa.gov/pr/species/Status%20Reviews/green_turtle_sr_2015.pdf
- Seminoff, J. A., & Jones, T. T. (2006). Diel Movements and Activity Ranges of Green Turtles at a Temperate Foraging Area in the Gulf of California, Mexico. *Herpetological Conservation and Biology*, 1(2), 81–86.
- Seminoff, J. A., Resendiz, A., & Nichols, W. J. (2002). Home range of green turtles *Chelonia mydas* at a coastal foraging area in the Gulf of California, Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 242, 253–265.
- Seminoff, J. A., Reséndiz-Hidalgo, A., Jiménez de Reséndiz, B., Nichols, W. J., & Todd-Jones, T. (2008). Tortugas marinas. En G. Danemann & E. Ezcurra (Eds.), *Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y comunidad: Línea base 2007* (pp. 457–494). Tlalpan, México D.F.;

- San Diego, Calif.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; San Diego Natural History Museum.
- Seminoff, J. A., & Shanker, K. (2008). Marine turtles and IUCN Red Listing: A review of the process, the pitfalls, and novel assessment approaches. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 356(1–2), 52–68. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2007.12.007>
- Senko, J., Koch, V., Megill, W. M., Carthy, R. R., Templeton, R. P., & Nichols, W. J. (2010). Fine scale daily movements and habitat use of East Pacific green turtles at a shallow coastal lagoon in Baja California Sur, Mexico. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 391(1–2), 92–100. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2010.06.017>
- Senko, J., Mancini, A., Seminoff, J. A., & Koch, V. (2014). Bycatch and directed harvest drive high green turtle mortality at Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation*, 169, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.10.017>
- Short, F. T., Carruthers, T. J. R., Waycott, M., Kendrick, G. A., Fourqurean, J. W., Callabine, A., ... Dennison, W. C. (2010). *Zotera marina*. The IUCN Red List of Threatened Species 2010. Recuperado el 10 de agosto de 2019, de IUCN Red List of Threatened Species website: <https://www.iucnredlist.org/en>
- Sivakumar, K., Ramesh, R. S., Adhavan, D., Hatkar, P., Bagaria, P., Kukadia, D., & Jyothi, P. (2017). *Conservation Strategy and Action Plan for the Marine Turtles and their Habitats in Puducherry* (p. 75). Dehradun, India: Wildlife Institute of India.
- Sociedad Latinoamericana de Etnobiología. (2014). Código de ética para la investigación, la investigación-acción y la colaboración etnocientífica en América Latina. *Etnobiología*, 12(1). Recuperado el 15 de marzo de 2019, de <http://etnobiologia-solae.org/wp-content/uploads/Volumen-12-supl-1-v2.pdf>

- Subirós, J. V., Linde, D. V., Pascual, A. L., & Palom, A. R. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'anàlisi geogràfica*, 151–166.
- Thurstan, R. H., Campbell, A. B., & Pandolfi, J. M. (2014). Nineteenth century narratives reveal historic catch rates for Australian snapper (*Pagrus auratus*). *Fish and Fisheries*, n/a-n/a. <https://doi.org/10.1111/faf.12103>
- Tovar, L. R., Gutiérrez, Ma. E., & Cruz, G. (2002). Fluoride Content by Ion Chromatography Using a Suppressed Conductivity Detector and Osmolality of Bitterns Discharged into the Pacific Ocean from a Saltworks: Feasible Causal Agents in the Mortality of Green Turtles (*Chelonia mydas*) in the Ojo de Liebre lagoon, Baja California Sur, Mexico. *Analytical Sciences*, 18(September 2002), 1003–1007.
- van Genderen, J. (2016). Fundamentals of satellite remote sensing: An environmental approach. *International Journal of Digital Earth*, 9(12), 1275–1276. <https://doi.org/10.1080/17538947.2016.1209938>
- Van Houtan, K. S., & Halley, J. M. (2011). Long-term climate forcing in loggerhead sea turtle nesting. *PLoS One*, 6(4), e19043.
- Van Houtan, K. S., Hargrove, S. K., & Balazs, G. H. (2014). Modeling Sea Turtle Maturity Age from Partial Life History Records. *Pacific Science*, 68(4), 465–477. <https://doi.org/10.2984/68.4.2>
- Watson, E., & Hinojosa Corona, A. (2017). Assessment of Blue Carbon Storage by Baja California (Mexico) Tidal Wetlands and Evidence for Wetland Stability in the Face of Anthropogenic and Climatic Impacts. *Sensors*, 18(2), 32. <https://doi.org/10.3390/s18010032>
- Zar, J. H. (2014). *Biostatistical Analysis* (5a ed.). Londres: Pearson.

Zepeda-Borja, K. M., Ortega-Ortiz, C. D., Torres-Orozco, E., & Olivos-Ortiz, A. (2017). Spatial and temporal distribution of sea turtles related to sea surface temperature and chlorophyll-a in Mexican Central Pacific waters. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 52(2), 375–385. <https://doi.org/10.4067/S0718-19572017000200016>

ANEXOS

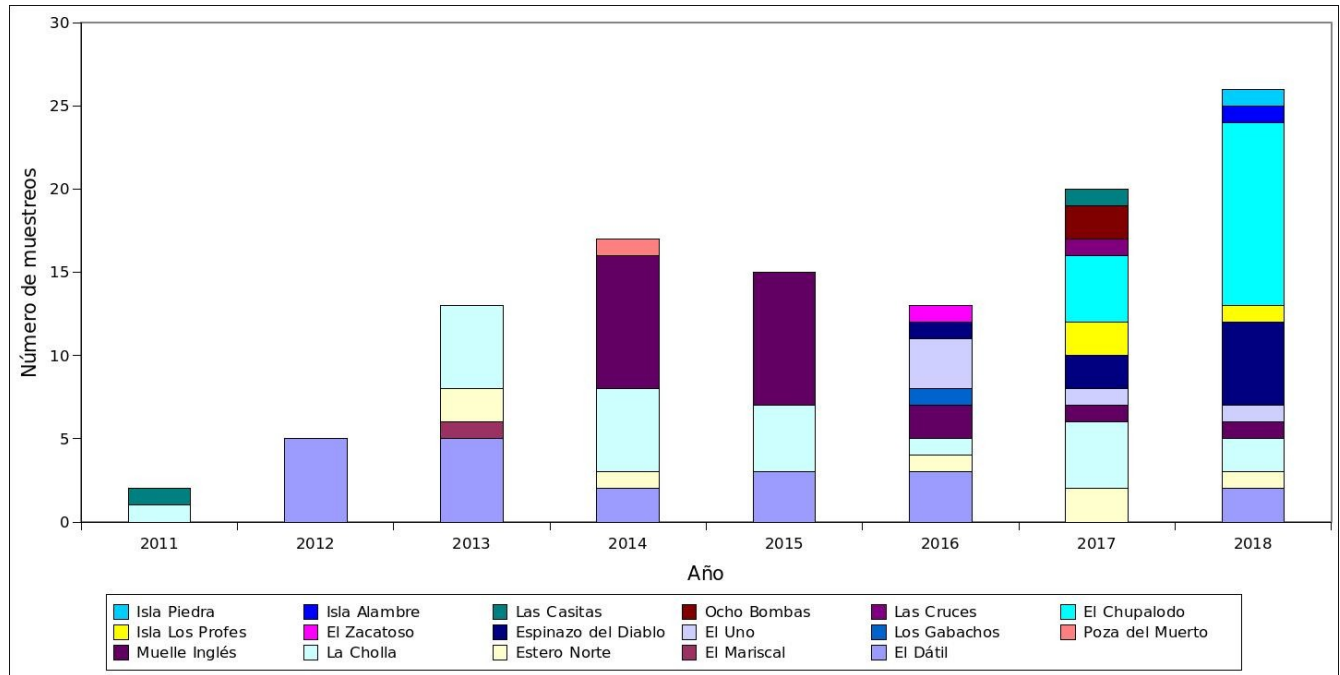


Figura A1: Desglose en extenso del número de monitoreos anuales por sitio de monitoreo (2001-2018).

TABLA A1: COORDENADAS DE MONITOREO			
LUGAR	LATITUD	LONGITUD	# DE PUNTOS DE MONITOREO POR SITIO
La Cholla	27°39'31.87" N	114°04'44.28" O	10
	27°38'36.72" N	114°05'37.40" O	
	27°38'36.23" N	114°04'55.69" O	
	27°38'35.64" N	114°04'44.27" O	
	27°38'55.65" N	114°05'39.01" O	
	27°38'13.01" N	114°04'57.76" O	
	27°38'42.50" N	114°05'26.30" O	
	27°38'24.30" N	114°04'57.10" O	
	27°38'40.21" N	114°04'51.12" O	
	27°38'46.29" N	114°05'15.02" O	
El Dátil	27°45'44.79" N	114°09'45.76" O	6
	27°46'42.61" N	114°10'16.87" O	
	27°46'40.40" N	114°10'19.50" O	
	27°46'60.00" N	114°10'29.50" O	
	27°46'44.24" N	114°10'16.08" O	
	27°46'20.10" N	114°10'20.00" O	
Muelle Inglés	27°42'26.90" N	113°56'36.90" O	5
	27°42'55.00" N	113°56'28.00" O	
	27°42'22.30" N	113°56'36.10" O	
	27°42'50.50" N	113°56'39.20" O	
	27°42'40.60" N	113°56'29.90" O	
Estero Norte	27°47'05.20" N	114°03'26.50" O	3
	27°47'26.80" N	114°03'51.90" O	
	27°45'08.81" N	114°02'33.39" O	
Ocho Bombas	27°40'40.43" N	113°59'18.25" O	3
	27°41'37.21" N	113°59'15.95" O	
	27°39'38.70" N	113°57'34.50" O	
El Chupalodo	28°01'27.68" N	114°04'58.67" O	2
	28°01'43.35" N	114°03'43.89" O	

Espinazo del Diablo	27°55'16.82" N	114°11'01.55" O	2
	27°55'06.17" N	114°09'58.30" O	
Campo El Uno	27°44'10.74" N	114°00'20.40" O	2
	27°44'03.80" N	113°58'40.52" O	
Las Casitas	27°52'16.38" N	114°09'59.06" O	2
	27°52'25.29" N	114°09'46.33" O	
Los Profes	27°59'32.30" N	114°06'25.26" O	2
	27°59'24.64" N	114°06'54.12" O	
Las Cruces	27°57'55.27" N	114°06'33.95" O	2
	27°58'26.10" N	114°07'34.12" O	
Punta Mariscal	27°41'56.52" N	114°05'56.54" O	1
Poza del Muerto	27°43'28.00" N	114°02'44.00" O	1
Los Gabachos	27°51'55.75" N	114°09'07.79" O	1
El Zacatoso	27°53'41.66" N	114°12'42.58" O	1
Isla Alambre	27°44'15.42" N	114°11'33.39" O	1
Isla Piedra	27°42'27.87" N	114°09'28.40" O	1
TOTAL DE PUNTOS DE MONITOREO			45