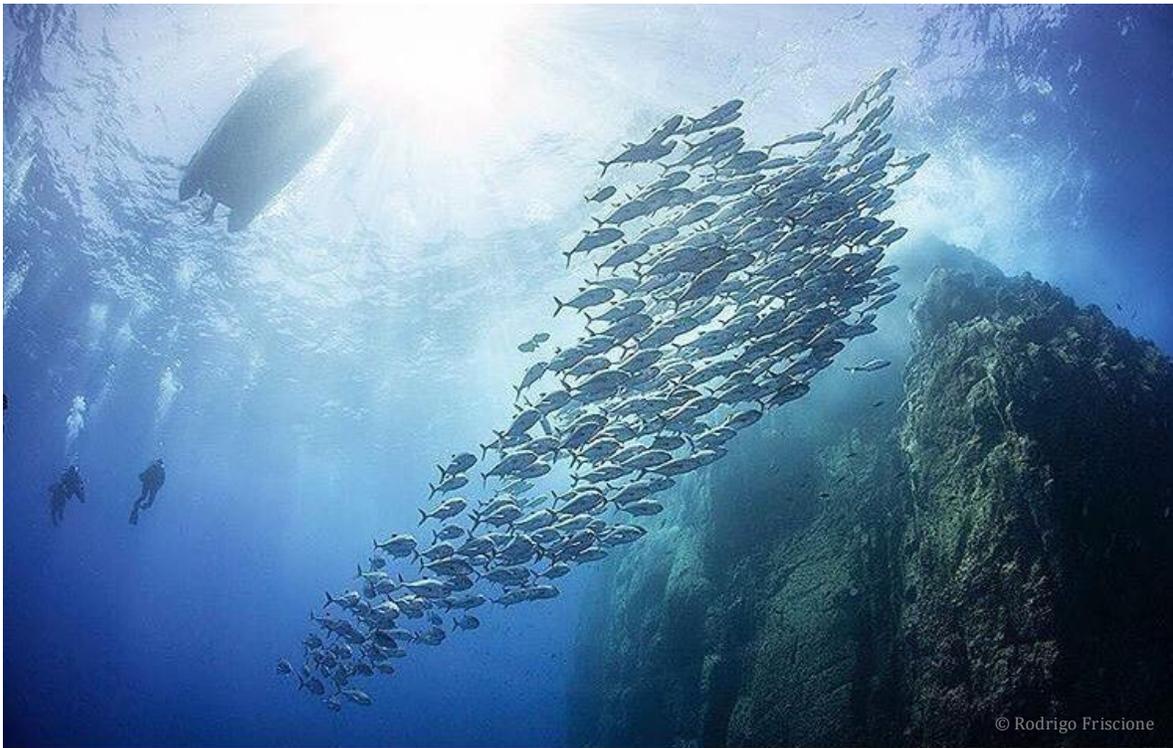


Estudio Técnico Justificativo para el establecimiento del

Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas del Archipiélago de Revillagigedo

Agosto de 2017



Contenido

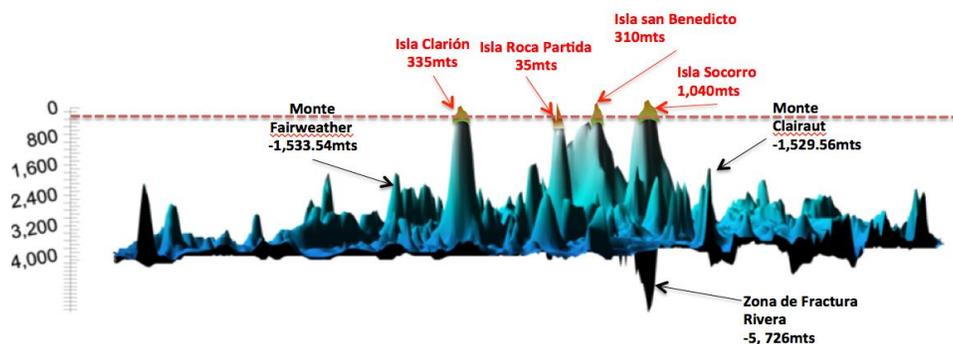
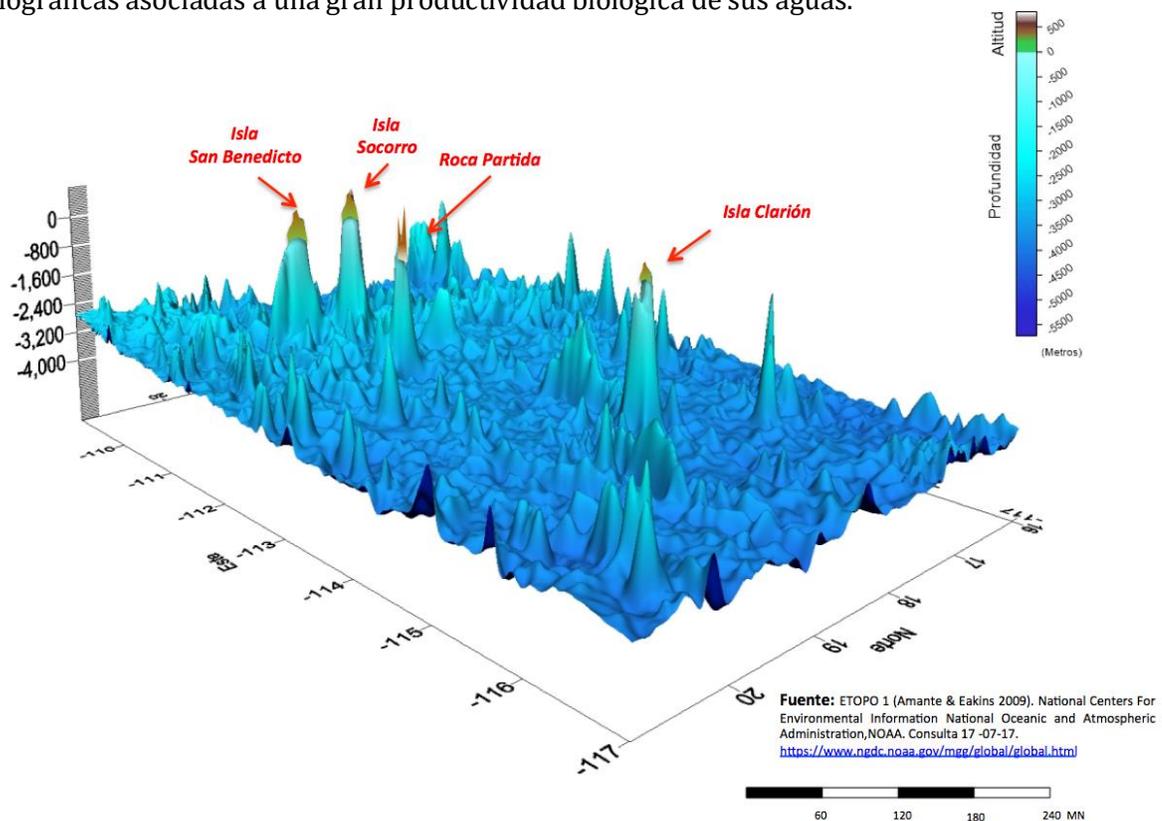
I. Información General	4
a) Nombre del área de Refugio.....	5
b) Localización.....	5
c) Superficie y determinación del polígono en coordenadas UTM.....	6
d) Mapa del Área de Refugio	6
II. Diagnóstico ambiental que justifique la creación del Área de Refugio	6
a) Descripción de las características físicas del área.....	6
Corrientes.....	7
Temperatura superficial.....	12
Salinidad superficial	13
Climatología.....	16
b) Diagnóstico del estado de conservación del Área de Refugio	18
Ictiofauna.....	18
Aspectos biogeográficos.....	19
Corales.....	20
Biodiversidad marina asociada a los corales	22
Macroalgas	22
Esponjas.....	23
Moluscos.....	23
Equinodermos	23
Tiburones.....	25
Mantas gigantes oceánicas (Manta birostris)	26
Peces de arrecife	27
Invertebrados de interés comercial	28
Ecosistemas de profundidad.....	29
Ecosistemas de alta mar	30
c) Problemática de las especies enlistadas en una categoría de riesgo, que motiven la declaración.....	30
Mamíferos marinos.....	30
Tortugas marinas.....	118
Elasmobranchios (tiburones y rayas)	130
Aves.....	143
Corales, esponjas y peces	151
d) Justificación técnica y jurídica para el establecimiento del Área de Refugio	160
Justificación técnica	160
Justificación jurídica	162
III. Aspectos socioeconómicos de las actividades que afecten las especies o hábitat objeto del Área de Refugio	164
a) Turismo y pesca deportiva	164
Turismo de buceo	164
Pesca deportiva	168
b) Pesca comercial.....	172
Análisis de capturas de la flota atunera mexicana 2011-2015	173
c) Vigilancia insuficiente	179
d) Especies en riesgo.....	180

IV. Programa de Protección del Área de Refugio.....	181
a) Integración a iniciativas internacionales	181
b) Instrumentos regulatorios, administrativos y operativos aplicables	182
c) Principios de Manejo.....	183
d) Estrategia de operación y vigilancia.....	185
e) Identificación de mecanismos de financiamiento nacionales e internacionales.....	186
f) Conclusiones y propuestas	187
Referencias Bibliográficas.....	191
Mapas:.....	194
1. Superficie.....	194
2. Batimetría.....	194
3. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad.....	194
4. Impacto global acumulado	194
5. Salinidad anual de la superficie (1995-2012).....	194
6. Temperatura anual de la superficie (1995-2012).....	194
7. Regiones marinas prioritarias de México	194

I. Información General

El Archipiélago de Revillagigedo está constituido por tres islas y un islote (Isla Socorro, Isla Clarión, Isla San Benedicto y el Islote Roca Partida), los cuales fueron descubiertos entre 1533 y 1615. Se localiza en el Océano Pacífico a unos 800 km al oeste de Manzanillo y casi 400 km al sur de Cabo San Lucas. Su nombre actual deriva de un libro de James Colnett, explorador y oficial de la marina inglesa, que las nombró así en 1798 por haber sido liberado de su captura en Isla Socorro por orden del entonces virrey de Nueva España, conde de Revilla Gigedo.

El origen de las islas es producto de una brecha entre placas tectónicas de Rivera y de Norteamérica, que ha provocado la extrusión de magma formando edificios volcánicos de hasta 4,000 metros de altura contados desde la base en el fondo oceánico hasta las cumbres emergidas. Su estructura geológica y morfológica induce notables características oceanográficas asociadas a una gran productividad biológica de sus aguas.



El Archipiélago de Revillagigedo posee una rica diversidad de flora y fauna terrestre y marina generada por un conjunto único de procesos biológicos y ecológicos. Sus características ecosistémicas, aunadas a sus particularidades geológicas, las hacen objeto de interés científico en diversos campos de estudio en biodiversidad, biogeografía y evolución, así como un imperativo indiscutible de conservación. Sus condiciones insulares las convierten en un laboratorio natural para estudiar los fenómenos de colonización, dispersión y adaptación de diversas especies.

El Archipiélago posee un alto porcentaje de la reserva genética del Pacífico Oriental Tropical y cuenta con una extraordinaria biodiversidad y número de endemismos en plantas vasculares, hongos, reptiles, crustáceos, moluscos, equinodermos y peces. Son endémicas cerca de la tercera parte de sus plantas y un altísimo porcentaje de su avifauna terrestre; un número considerable de especies terrestres y marinas se encuentran amenazadas o en peligro de extinción.

Destacan peces de gran relevancia ecológica y comercial como el atún (*Thunnus*), la vieja (*Bodianus diplotaenia*), el cocinero (*Halichoeres nicholsi*), la baya (*Mycteroperca jordani*) y la cabrilla (*Dermatolepis dermatolepis*); así como langostas (*Panulirus penicillatus* y *Panulirus inflatus*), mantarrayas (*Manta birostris*) y diversas especies de tiburones (*Sphyrna Carcharhinus*). Igualmente, Revillagigedo es zona de anidación, alimentación y reproducción de cuatro especies de tortugas marinas: laúd (*Dermochelys coriacea*), golfinia (*Lepidochelys olivacea*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y prieta (*Chelonia mydas*). En cuanto a los mamíferos marinos, existen nueve odontocetos y seis misticetos en protección especial (delfines, orcas, cachalote, ballena azul, jorobada y zífido de Cuvier).

Las Revillagigedo albergan también poblaciones de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) que parecen ser residentes; sin duda, el sedentarismo detectado en estas especies es indicador de la altísima productividad de las aguas circundantes, derivada a su vez de la morfología de las islas y sus procesos oceanográficos asociados.

Las Revillagigedo son únicas por hospedar una sub población invernal de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) del Pacífico Norte, que viajan en verano hacia Alaska y las Islas Aleutianas bordeando el Estrecho de Bering y cuyos sitios de alimentación en el área se remontan al menos a 10,000 años atrás. Las aguas ricas y productivas del Archipiélago promueven las agregaciones de un sinnúmero de especies (corales, moluscos, equinodermos, crustáceos, elasmobranquios, tortugas marinas, mamíferos marinos y peces), algunas de ellas con alto valor comercial, como los atunes y tiburones.

Las islas y aguas circundantes del archipiélago fueron decretadas en 1994 por el gobierno de México como Reserva de la Biosfera. Esta reserva es administrada de manera conjunta por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la Secretaría de Marina (SEMAR), siendo Sitio de Patrimonio Mundial de UNESCO desde 2016.

a) Nombre del área de Refugio

Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas del Archipiélago de Revillagigedo.

b) Localización

Aguas del Océano Pacífico Oriental, dentro de la Zona Económica Exclusiva de México.

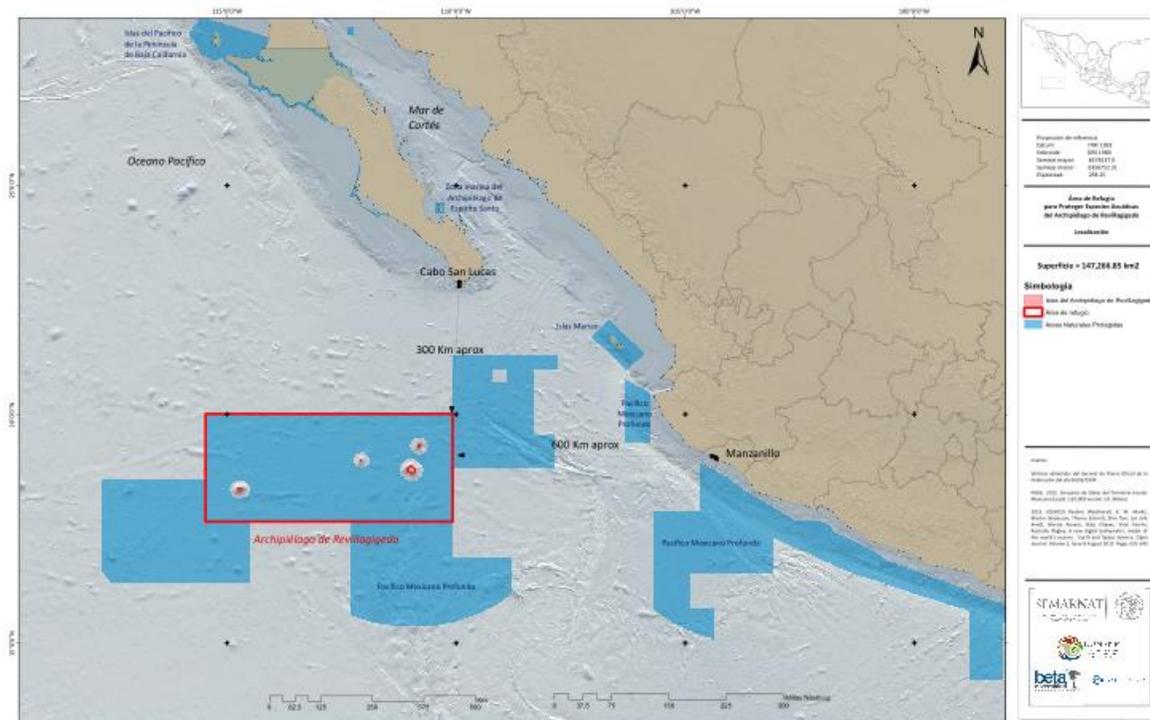
c) Superficie y determinación del polígono en coordenadas UTM

El Área de Refugio tendrá una **superficie de 14'186,420 hectáreas** incluyendo las cuatro islas que conforman la Reserva de la Biosfera.

Cuadro de construcción

Vertice	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM Z 12	
	Latitud	Longitud	X	Y
1	17.655278	-110.078056	597,790.80	1,952,286.13
2	20.008611	-110.078056	596,438.17	2,212,699.72
3	20.008611	-115.471389	31,928.41	2,218,692.45
4	17.655278	-115.471389	25,339.94	1,957,672.98

d) Mapa del Área de Refugio



II. Diagnóstico ambiental que justifique la creación del Área de Refugio

a) Descripción de las características físicas del área

El Archipiélago de Revillagigedo está localizado en la convergencia de dos bioregiones marinas muy distintas (Figura 1): la del Pacífico Nororiental con aguas templadas altamente productivas que son movidas hacia el sur por la Corriente de California y la del Pacífico Oriental Tropical con aguas cálidas que son transportadas en toda esta región por un

complejo sistema de corrientes, que aunado a su lejanía de la costa y complejidad oceanográfica le confieren características únicas. Además, por su evolución geológica en la región están presentes numerosos montes submarinos, así como un sistema de dorsales (fosas rift) y un conjunto de conos volcánicos que han emergido desde las profundidades del océano.

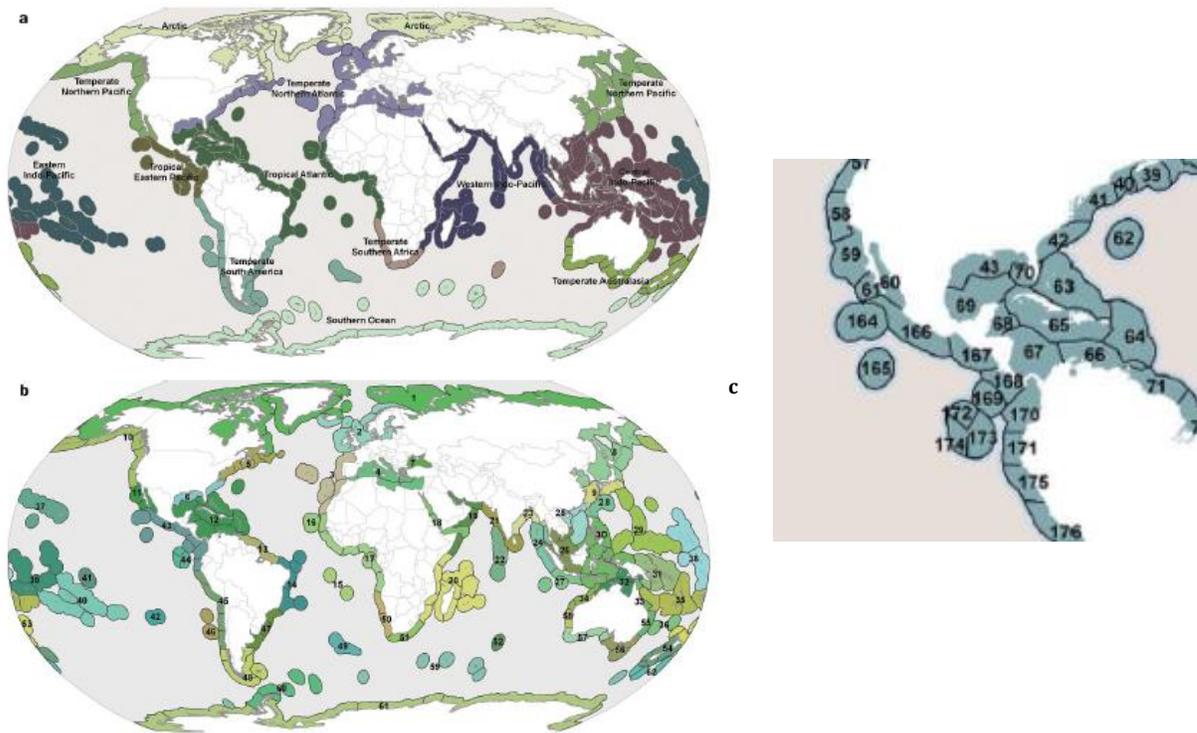


Figura 1. Bioregiones marinas del mundo (a) y sus provincias (b) con sus respectivas ecorregiones numeradas (c) (Spalding et al 2007)

Temperate Northern Pacific

- 11. Warm Temperate Northeast Pacific
- 59. Southern California Bight
- 60. Cortezian
- 61. Magdalena Transition

Tropical Eastern Pacific

- 43. Tropical East Pacific
- 164. Revillagigedos
- 165. Clipperton
- 166. Mexican Tropical Pacific
- 167. Chiapas-Nicaragua
- 168. Nicoya
- 169. Cocos Islands
- 170. Panama Bight
- 171. Guayaquil

44. Galapagos

- 172. Northern Galapagos Islands
- 173. Eastern Galapagos Islands
- 174. Western Galapagos Islands

Corrientes

El Archipiélago de Revillagigedo está localizado en la confluencia de dos grandes corrientes oceánicas: la Corriente de California que va en dirección al Ecuador y que lleva agua relativamente fría y densa de origen subártico y la Corriente Costera Mexicana que tiene dirección hacia el polo y lleva agua de origen tropical relativamente tibia y ligera. Kessler (2006) resalta que para comprender la circulación superficial estacional a gran escala de esta región, es importante tomar en cuenta la extensión invernal de la Corriente de California hacia el sur, que en la punta de la Península de Baja California se separa en dos ramas, una que alimenta a la Corriente Norecuatorial (NEC) en dirección oeste mientras que la otra continúa

hacia el este a lo largo de la costa mexicana. Esta última es particularmente evidente durante la primavera boreal y el invierno. Luego el fortalecimiento de la Contracorriente Ecuatorial Norte (NECC) durante agosto-enero y su drástico debilitamiento en el este durante la primavera boreal, el Domo de Costa Rica y su corriente asociada (Corriente Costera de Costa Rica CRCC) que proviene de Panamá, que cambia de nombre a Corriente Mexicana (CM) y llega hasta el extremo de la Península de Baja California de junio a diciembre. La CCCR es la que transmite las perturbaciones del fenómeno de El Niño y se retrae cuando la CC es mayor (marzo-junio) (Figura 2).

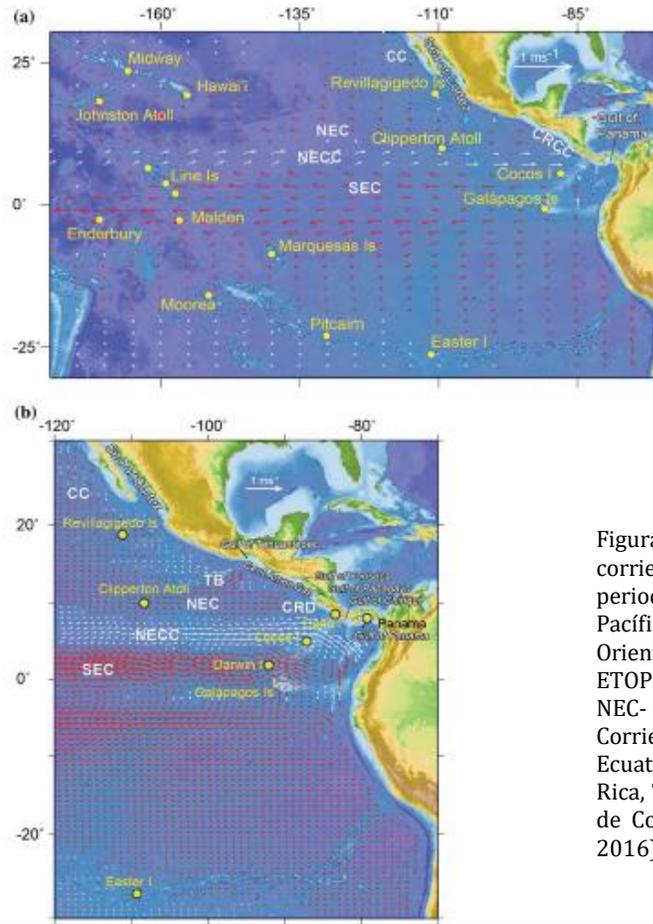


Figura 2. Promedio de mediciones de corrientes oceánicas superficiales en un periodo de 10 años (1993- 2003) en el Pacífico oriental central (a) y en el Pacífico Oriental Tropical (b). La base del mapa es ETOPO 2 (USGS). CC- Corriente de California, NEC- Corriente Nor Ecuatorial, NECC- Contra Corriente Nor Ecuatorial, SEC- Corriente Sud Ecuatorial, CRCC- Corriente Costera de Costa Rica, TB- Domo de Tehuantepec, CRD- Domo de Costa Rica (Lessios H.A. and I.B. Baums 2016).

La esquina sureste del giro subtropical del Pacífico Norte se produce cuando la corriente de California fluye hacia el sur a lo largo de la costa de Baja California y gradualmente gira hacia el oeste para alimentar la NEC, aunque su trayectoria es en parte indirecta, dependiente de la profundidad y variabilidad estacional. Debajo de la termoclina (figura 2, cuadro inferior), el giro hacia el oeste es claro, pero en la superficie (panel superior), las corrientes geostróficas continúan hacia el sudeste a lo largo de la costa de México. Sin embargo, el transporte de Ekman en esta región es hacia el oeste por lo que el flujo muy próximo a la superficie es hacia el sur-suroeste, aproximadamente paralelo a los contornos geostróficos más profundos (Figura 3). Parte de la corriente geostrófica superficial de California probablemente continúa hacia el sudeste alrededor de la termoclina centrada a 13°N, 105°W, para alimentar la NEC por una segunda vía a aproximadamente 13°N (Fig.2 arriba), predominantemente en la primavera boreal. La NEC también es alimentada por agua que ha fluido hacia el este en la

NECC, que se extiende hasta la costa en el otoño boreal, pero se debilita mucho cerca de 110°W en primavera (Kessler, 2006).

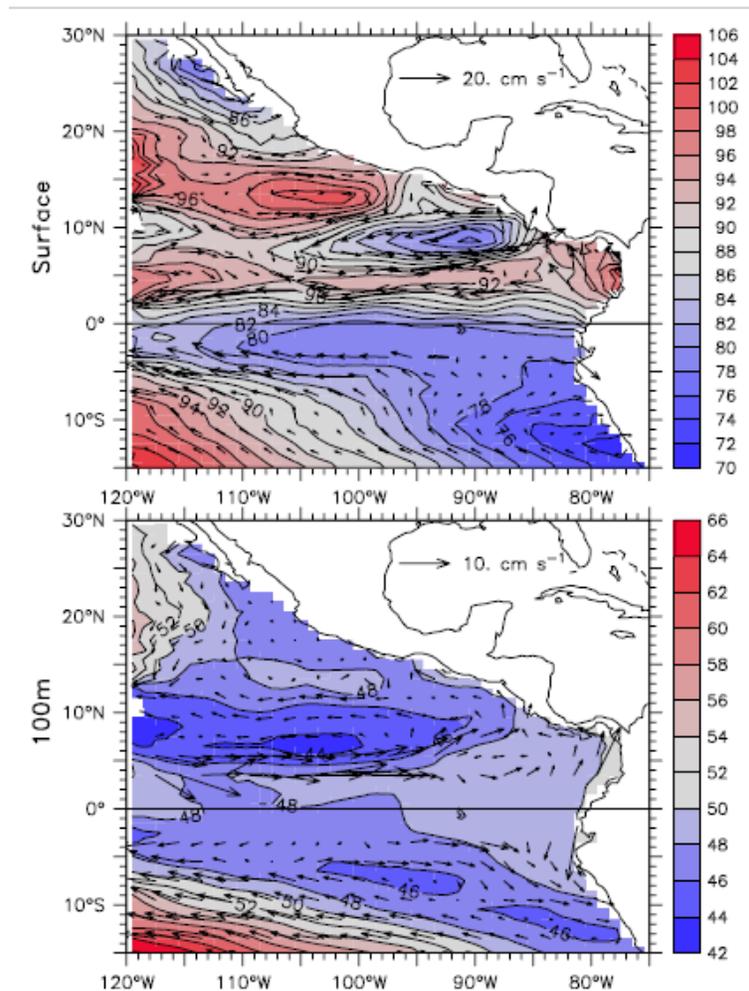


Figura. 3 Promedio de ascenso dinámico y velocidades geostróficas en cm/seg. Recuadro superior: superficie. Recuadro inferior: profundidad de 100 m. Los colores rojos indican incrementos mientras los azules decrementos (ver escala a la derecha). El contorno de intervalos está a 2 dyn cm. La escala está localizada en el Golfo de México.

Glynn P.W. et al (2016) mencionan que tradicionalmente se ha asumido que la ruta de migración biótica del oeste al este está más cerca del Ecuador desde Line Islands a la Isla del Coco y Centro América (Costa Rica, Panamá) por medio de la contra corriente nor- ecuatorial NECC (Dana 1975; Cortés 1997; Glynn y Ault 2000). Sin embargo, con base en el comportamiento estacional de las corrientes oceánicas, parece que puede haber dos rutas de dispersión, una justo al norte del Ecuador y otra al norte en las aguas mexicanas vía las islas oceánicas que actúan como peldaños (*stepping stones*).

Adicionalmente a este sistema de corrientes, la región se caracteriza por presentar surgencias costeras intensas, forzadas por la variación estacional de los vientos provenientes del noroeste. Strub *et al.* (1987) caracterizaron este patrón de vientos en dos regímenes estacionales: uno otoño-invierno, donde los vientos promedio son casi cero, o débilmente hacia el sur, y otro primavera-verano donde los vientos fluyen hacia el sur y son en gran

medida responsables de que en esta región ocurran las surgencias costeras (Kurczyn *et al.* 2012). Asimismo, Chaigneau *et al.* (2009) han documentado la presencia de estructuras de mesoescala (remolinos) que se generan a lo largo de la costa continental y al sur de los archipiélagos y se propagan en dirección hacia el oeste e incrementan su velocidad hacia el ecuador. Esto es de particular importancia dado que de manera general, los remolinos de mesoescala estimulan la productividad biológica en los océanos, debido a que advectan, mezclan y redistribuyen las masas de agua. Estos remolinos generan límites hidrográficos y dinámicos que pueden definir hábitats planctónicos contiguos que influyen en la distribución y sobrevivencia de los organismos del zooplancton (Sánchez-Velasco *et al.* 2013, Contreras-Catala *et al.* 2015) p.e sobre la distribución tridimensional de las larvas de peces de especies mesopelágicas.

Contreras (2016) y Kurczyn *et al.* (2012) documentaron que el sur del Golfo de California y el Pacífico adyacente son áreas energéticas con elevada actividad de mesoescala (Figuras 3 y 4). La interacción de la Corriente Costera Mexicana hacia el polo con las irregularidades en la topografía, genera frecuentemente remolinos por inducción de inestabilidades baroclínicas y este mecanismo se puede ver reforzado por la llegada de ondas atrapadas en la costa de origen ecuatorial (Zamudio *et al.* 2008, Lavín *et al.* 2013, 2014).

En la región al sur de Cabo San Lucas (CSL), la variabilidad en la generación de remolinos ciclónicos (CE) y anticiclónicos (AE) es semi-anual con un pico de generación de CE en junio y diciembre y para AE en febrero y agosto. En verano, la máxima producción de AE puede estar relacionada con la intensificación de la Corriente Costera Mexicana y la fuerte circulación en la entrada del Golfo de California (Figura 3 a). La máxima producción de AE en invierno puede estar relacionada con las fuertes corrientes a la entrada del Golfo de California (Figura 3 d). La máxima generación de CE de junio a diciembre puede estar relacionado con el máximo registrado del Índice de Surgencias Costeras (CUI *Coastal Upwelling Index*) presente de abril a octubre (Kurczyn *et al.* 2012).

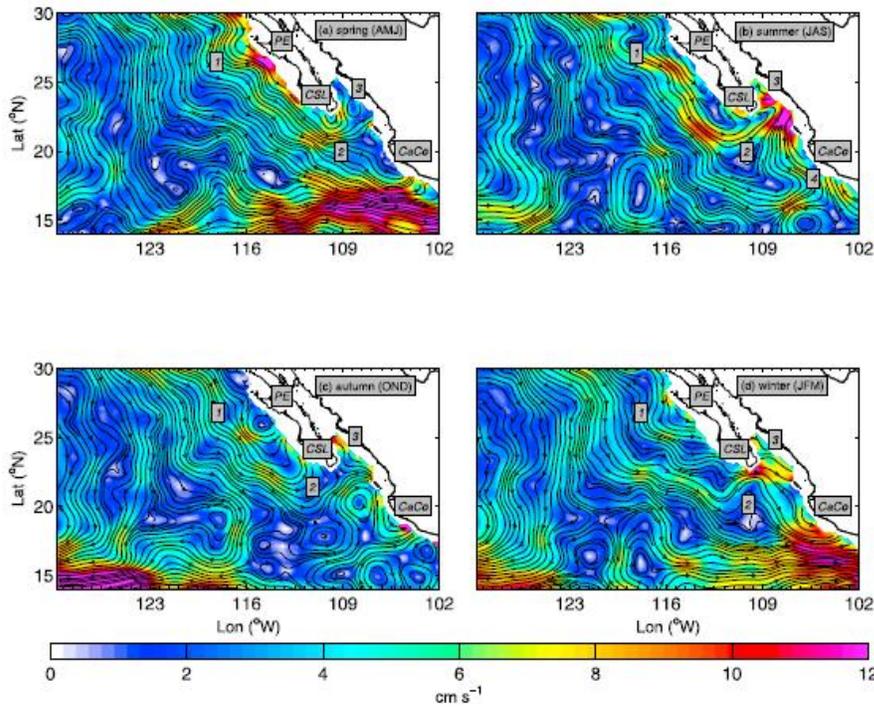


Figura 3. Flujo climatológico geostrófico (cm/s) para (a) primavera, (b) verano, (c) otoño e (d) invierno mostrando (1) la Corriente de California, (2) la rama tropical de la Corriente de California, (3) la Corriente del Golfo de California y (4) la Corriente Costera Mexicana. Áreas: PE para Punta Eugenia, CSL para Cabo San Lucas and CaCo para Cabo Corrientes (Tomado de Kurczyn et

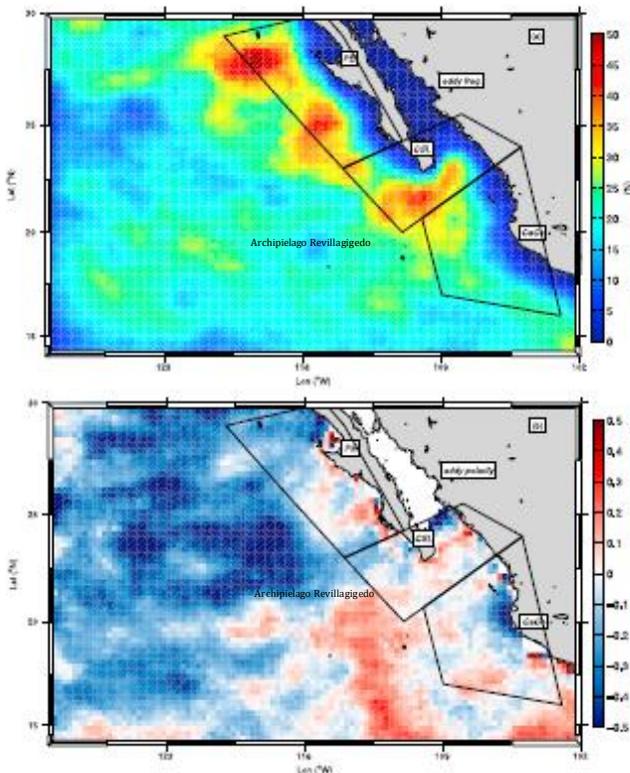


Figura 4. (a) Frecuencia de remolinos (en porcentaje % de semanas que un pixel con anomalía del nivel mar permanece en un remolino) (b) Eddy polarity (% de semanas que un pixel con anomalía del nivel mar permanece dentro de un remolino negativo o positivo. En azul son remolinos ciclónicos y en rojo anticiclónicos (Tomado de Kurczyn et

En la región al sur de Cabo San Lucas, la zona de hábitat de larvas de peces denominada como transicional de la Corriente de California en el estudio de León- Chávez et al (2015) fue asociada fuertemente con la actividad de mesoescala de los remolinos anticiclónicos ahí

presentes en marzo de 2007 y en junio de 2005 se asoció a grandes remolinos ciclónicos generados en la región. Las especies de larvas más abundantes fueron *V. lucetia* y *D. laternatus*. Sus máximas abundancias se presentaron en el periodo frío y las mínimas en el periodo cálido.

Temperatura superficial

En la frontera norte del Pacífico oriental, aguas de tipo subártico de la Corriente de California y aguas de alta salinidad del Golfo de California se encuentran con las aguas tropicales que provienen del sur. En el límite sur, la lengua ecuatorial fría se centra directamente en el ecuador a 120°W, y ligeramente al sur del Ecuador hacia el este. (Figura 5).

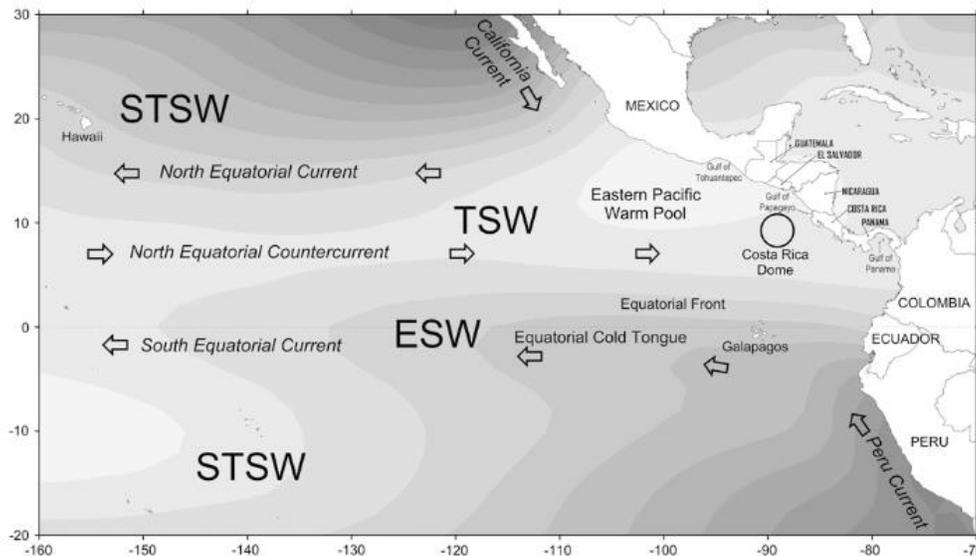


Figura 5. Principales características oceanográficas del POT. Masas de agua superficiales (se incluyen siglas en inglés): STSW agua superficial subtropical, TSW agua superficial tropical, ESW agua superficial ecuatorial. El sombreado gris muestra la media de temperatura superficial entre 18 y 29°C (de oscuro a claro). Tomado de Fiedler y Lavin 2016.

Aquí las propiedades del agua superficial están determinadas por la advección estacional del agua más fría de la corriente de Perú y la surgencia ecuatorial (Wyrтки, 1966, 1981). La temperatura de la lengua fría disminuye hacia el este mientras que las aguas progresivamente más frescas son afloradas de la corriente ecuatorial profunda que subyace mientras que fluye de oeste a este (Kessler, 2006, Sloyan et al., 2003). La amplitud estacional de la lengua fría es $\pm 1-3^{\circ}\text{C}$, con temperaturas más frías en septiembre-octubre. Los límites al este están marcados por frentes termales donde alcanzan la piscina caliente fuera del Ecuador y el extremo sur de Baja California. Estas aguas tienen altas amplitudes estacionales de temperatura superficial ($\pm >3^{\circ}\text{C}$). El armónico semianual hace sólo una pequeña contribución al ciclo estacional de la temperatura superficial - la amplitud semianual es 0.1-0.3 veces la amplitud anual - excepto cerca del ecuador termal (no mostrada). La variabilidad de temperatura superficial asociada con el ENSO es más alta ($\pm 1-2\text{ C}$) a lo largo del ecuador y en el límite este, y más bajo en la piscina caliente (Figura 6).

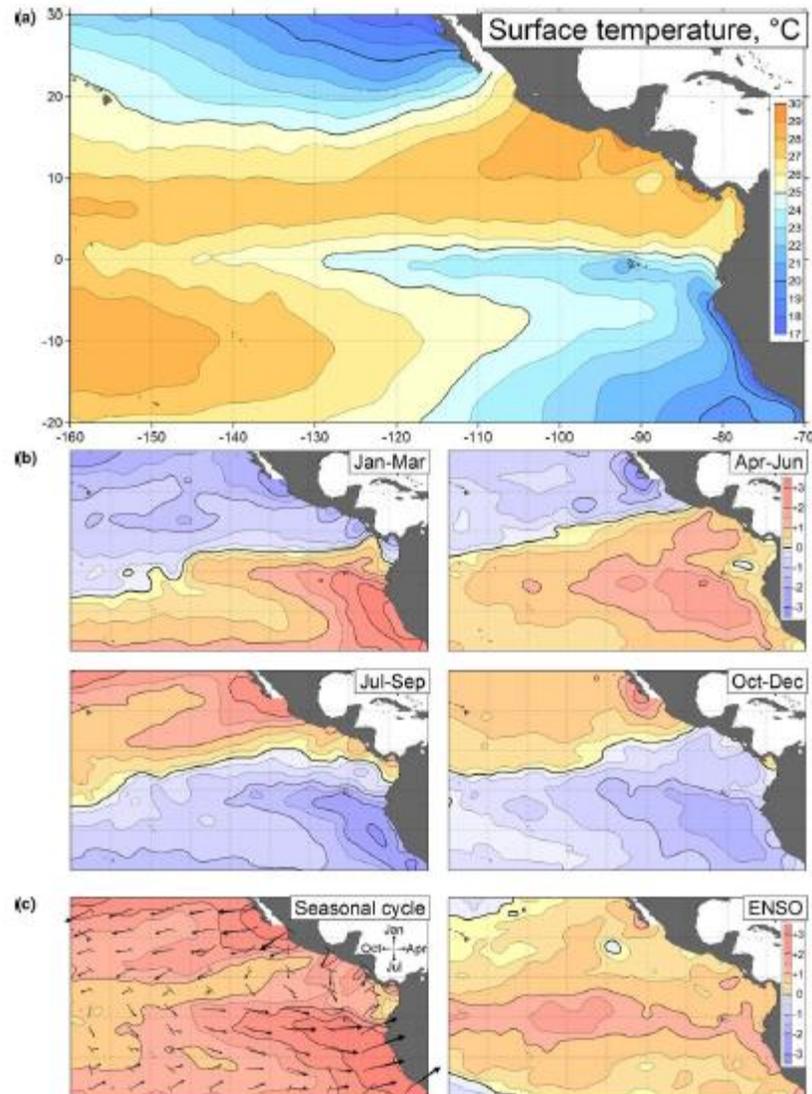


Figura 6. Temperatura superficial del mar (a) media; (b) desviaciones trimestrales de la media; (c) ciclo estacional y efecto del ENSO. La magnitud del ciclo estacional es la suma de amplitudes anuales y semianuales; fase anual (máximo) se indica por flechas y la fase semianual por líneas finas (Fiedler y Taller, 2006).

Salinidad superficial

Una masa de agua de baja salinidad se encuentra en Baja California, que es la firma del agua transportada por la Corriente de California. La salinidad de las aguas superficiales aumenta hacia los giros subtropicales al sur y noroeste del Pacífico tropical oriental. Las aguas superficiales de baja salinidad ($<34,5$) se encuentran en una banda zonal centrada a lo largo de $10-11^{\circ}\text{N}$ al oeste de 110°W y $5-7^{\circ}\text{N}$ al este de 100°W , debajo de la posición media de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) donde la precipitación excede la evaporación (Figura 7).

La variabilidad estacional de las desviaciones trimestrales en el norte y el sur de la banda de baja salinidad bajo la ZCIT, especialmente la reversión de la fase entre enero-marzo y julio-

septiembre (Figura 7b) y el mínimo de la variabilidad estacional a lo largo de la latitud 7°N (Figura 7c) refleja la marcha anual con el sol de la ZCIT y las precipitaciones asociadas (Amador et al., 2006). La variabilidad estacional es relativamente alta ($> \pm 0.3$) aquí, pero mucho más alta cerca del Golfo de Panamá. Donde la variabilidad estacional es baja, el armónico semianual hace una contribución significativa al ciclo estacional (amplitud semanal / anual > 0.5). Esto podría indicar que el armónico anual no describe adecuadamente el ciclo estacional donde la variabilidad es baja y los datos son relativamente ruidosos.

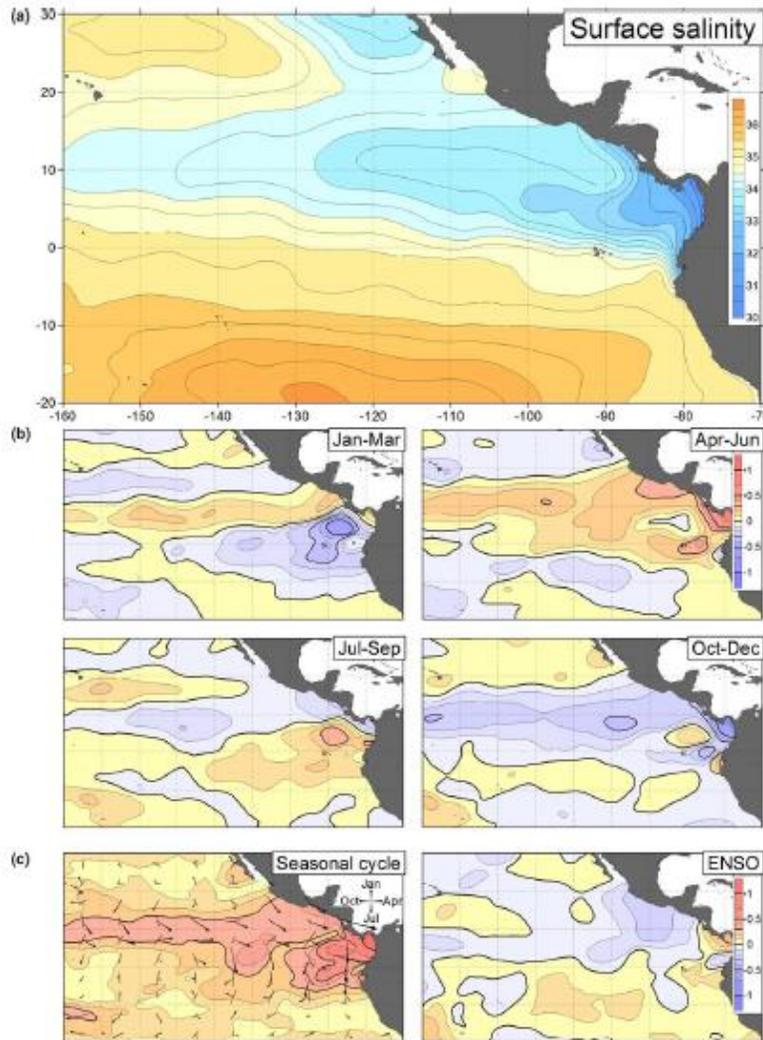


Figura 7. Salinidad superficial del mar (a) media; (b) desviaciones trimestrales de la media; (c) ciclo estacional y efecto del ENSO. La magnitud del ciclo estacional es la suma de amplitudes anuales y semianuales; fase anual (máximo) se indica por flechas y la fase semianual por líneas finas (Fiedler y Taller, 2006).

La hidrografía del Pacífico Oriental Tropical se resume brevemente a continuación y gráficamente se muestra en la Figura 8:

Las aguas frías y de baja salinidad, fluyen hacia el POT desde el norte y el sur. Las aguas superficiales subtropicales cálidas y de alta salinidad fluyen hacia el POT como aguas

subsuperficiales sub-tropicales después de ser subducidas en la termoclina principalmente en la Convergencia Subtropical del Sur.

La picnoclina en el POT es una termoclina reforzada por una haloclina y es excepcionalmente superficial y fuerte. El surgimiento de aguas de la termoclina en la capa superficial se evidencia por temperaturas superficiales relativamente frías, alta salinidad y altas concentraciones de nutrientes a lo largo del Ecuador, zonas costeras de Perú y Baja California, y en el Domo de Costa Rica.

Las aguas de la termoclina son afloradas y mezcladas en la capa superficial por los vientos de los golfos de Tehuantepec, Papagayo y Panamá. Aguas de la termoclina, ricas en nutrientes permanecen cerca de la superficie a lo largo de la cresta de la termoclina en contracorriente entre la Contracorriente Nor Ecuatorial y la Corriente NorEcuatorial.

Una masa de agua de alta salinidad de la subpicnoclina debajo de la piscina caliente del Pacífico oriental se modifica a agua de 13°C que se origina en el Pacífico Sur occidental y cruza la cuenca hacia el ecuador de las Contracorrientes Ecuatoriales Subsuperficiales Norte y Sur.

Aguas intermedias de baja salinidad entran en el POT por debajo de la picnoclina tanto del norte (agua intermedia del Pacífico Norte) como del sur (aguas intermedias antárticas).

Las aguas de la subpicnoclina en el POT están agotadas de oxígeno, con el mayor agotamiento por debajo de la fuerte picnoclina de la piscina caliente del Pacífico oriental, donde la ventilación es baja y la productividad biológica es alta cerca de la costa.

Las aguas profundas y de fondo en el POT son relativamente homogéneas y se forman en el Antártico y el Atlántico Norte.

La piscina cálida del Pacífico oriental es la característica superficial central del Pacífico tropical oriental, con aguas superficiales tropicales cálidas y de baja salinidad sobre una picnoclina poco profunda y fuerte. La variabilidad Estacional y por el ENSO es relativamente baja.

La lengua de agua fría tiene agua superficial ecuatorial de moderada salinidad y baja temperatura sobre una somera pero relativamente débil picnoclina. La variabilidad estacional y por el ENSO es relativamente alta.

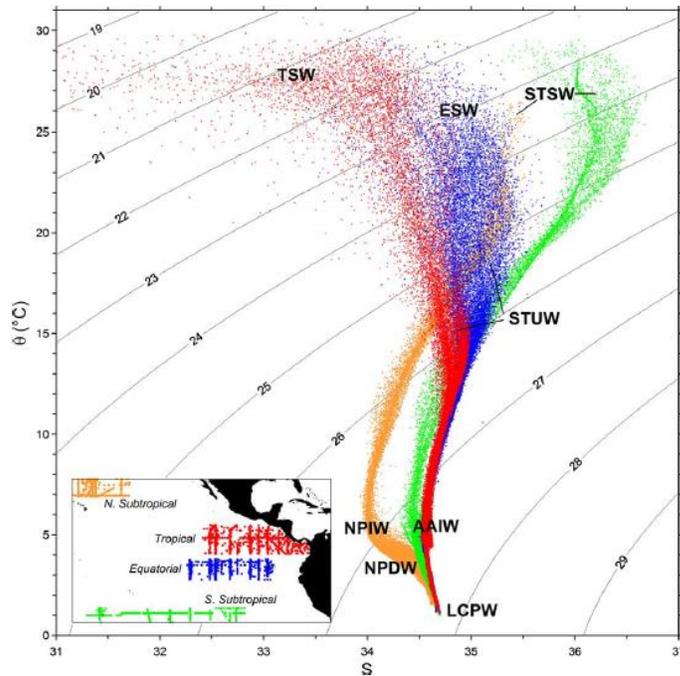


Figura 8. Diagrama de Temperatura- Salinidad de las masas de agua de cuatro regiones seleccionadas del Pacífico Oriental Tropical: Tropical Surface Water (TSW), Equatorial Surface Water (ESW), Subtropical Surface Water (STSW), Subtropical Underwater (STUW), Antarctic Intermediate Water (AAIW), North Pacific Intermediate Water (NPIW), North Pacific Deep Water (NPDW), and Lower Circumpolar Water (LCPW). Potential density contours in units of kg m^{-3} . (Fiedler y Taller, 2006).

Climatología

El norte del Pacífico Oriental Tropical es una de las regiones más prolíficas para la formación de tormentas tropicales en el mundo (Tabla 1). En esta región, la trayectoria de las tormentas suele seguir hacia el oeste sobre aguas abiertas, llegando a Hawaii y más allá (Figura 6). Sin embargo, algunas tormentas de vez en cuando se dirigen hacia el noreste, llevando la lluvia al árido suroeste de los Estados Unidos durante los meses de verano. Además, durante una temporada determinada, las tormentas tropicales pueden afectar al oeste de México o América Central, especialmente a principios y finales de la temporada.

Tabla 1. Eventos meteorológicos ocurridos en la cuenca oceánica del Pacífico Norte Oriental de 1842 a 2016 (Fuente <http://www.csc.noaa.gov/hurricanes/#>).

CATEGORÍA		Número Total
Tormenta tropical (TS)		463
1		237
2		88
3		83
4		119
5		21
TOTAL		1011

Nota: Aunque la NOAA cuenta con datos desde 1842, el registro confiable de tormentas y huracanes del Pacífico Oriental inició en 1971.

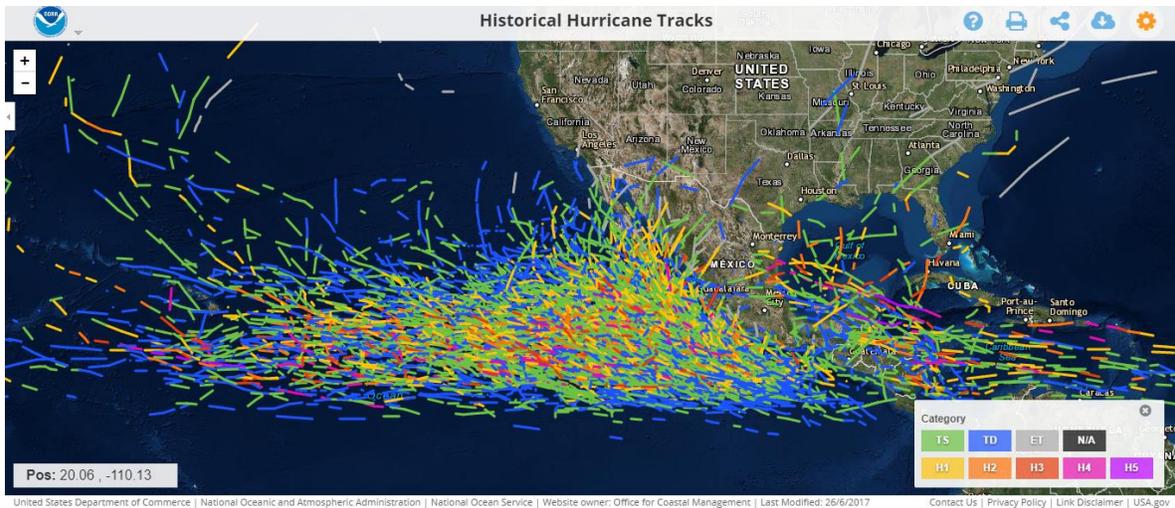


Figura 6. Representación gráfica de los eventos meteorológicos ocurridos en la cuenca oceánica del Pacífico Norte Oriental de 1842 a 2016 (Fuente NOAA 2017)

La temporada oficial de huracanes en el Pacífico oriental se extiende del 15 de mayo al 30 de noviembre. El pico de la actividad ocurre típicamente durante julio a septiembre. En el período 1981-2010, los promedios estacionales del Pacífico oriental fueron de 15.4 tormentas nombradas (vientos superficiales máximos de 1 minuto entre 39-73 mph), de los cuales 8.4 se convirtieron en huracanes (vientos superficiales máximos de 1 minuto de al menos 74 mph) y 3.9 se convirtieron en huracanes importantes (vientos superficiales máximos de 1 minuto que exceden los 111 mph, categorías 3-5 en la escala de huracanes Saffir-Simpson).

Las temporadas de huracanes del Pacífico Oriental exhiben largos períodos de actividad por encima de lo normal y por debajo de lo normal en respuesta a los patrones climáticos a gran escala. Las estaciones también muestran variabilidad interanual en respuesta al ENSO. El Niño contribuye a disminuir la cizalladura vertical del viento en el este y favorece una actividad huracanada por encima de la normal en esta región. Históricamente, El Niño no está asociado con estaciones por debajo de lo normal. Por el contrario, La Niña contribuye al aumento de la cizalladura vertical y menor actividad general. Históricamente, el 60% de los episodios de La Niña se han asociado con temporadas de huracanes por debajo de lo normal, y sólo el 28% han producido una temporada por encima de la normal. Sin embargo, los impactos del ENSO pueden ser fuertemente influenciados por el contexto de los patrones climáticos. Como resultado, NOAA explica las influencias combinadas de ambos factores climáticos al hacer sus perspectivas estacionales de huracanes (Tabla 2).

Medias estacionales y rangos durante el periodo 1981-2010 de las tormentas tropicales, huracanes y huracanes mayores formados en el Pacífico Oriental durante La Niña (7 casos), ENSO-neutral (15 casos), y El Niño (8 casos). La clasificación del ENSO fue proporcionada por el Centro de Predicción Climática de la NOAA, y es válida en los picos climáticos presentes de julio a septiembre de la temporada de huracanes del Pacífico Oriental.

Tabla 2. Registro de huracanes en el Pacífico Oriental durante presencia y ausencia del ENSO (Fuente NOAA 2015).

ENSO estatus	Promedio de tormentas tropicales	Rango de tormentas tropicales	Promedio de huracanes	Rango de huracanes	Promedio de huracanes mayores	Rango de huracanes mayores
La Niña	13.1	7 a 22	6.4	3 a 11	3.0	1 a 7
Neutral	16.3	9 a 24	9.3	5 a 16	4.0	0 a 8
El Niño	15.4	12 a 19	8.4	6 a 11	4.4	3 a 7

Nota: El registro de la Oscilación del Sur El Niño (ENSO por sus siglas en inglés) inició a partir de 1950.

b) Diagnóstico del estado de conservación del Área de Refugio

Ictiofauna

La ictiofauna registrada en el inventario actualizado por Del Moral- Flores et al (2016) en el archipiélago de las Revillagigedo se encuentra compuesta por 366 especies, 241 géneros, 101 familias, 28 órdenes y tres clases. Los taxa con mayor riqueza específica son: a nivel de orden los Perciformes con 185 especies (50.5%), Anguilliformes con 27 (7.4%) y Beloniformes 26 (7.1%); a nivel de familia, Carangidae con 20 especies (5.7%), Serranidae con 19 (5.2%) y Muraenidae con 18 (4.9%); mientras que a nivel de género, Carcharhinus con nueve especies (2.5%), Halichoeres y Cheilopogon ambas con siete (1.9%) y Gymnothorax con seis (1.6%).

La composición biogeográfica del conjunto íctico está representado por un elevado número de especies de amplia distribución: 77 son circunglobales (21%), 82 son anfipacíficas (22.4%) y sólo la especie *Mugil curema* Valenciennes 1836 es considerada anfiamericana. El resto de las especies (56.3%) son exclusivas del PO y de éstas, la mayor afinidad se presenta tanto con la provincia Panámica (42.3%), como de la de Cortés (41.5%), seguidas por las de la provincia de California (27%) y las de otras provincias más alejadas (provincia Galápagos 19.7% y la Chileno-Peruana 8.2%). Las especies restringidas al archipiélago Revillagigedo estuvieron representadas por 26 especies (7.1%), pertenecientes a 23 géneros y 16 familias y de estas últimas, Serranidae y Gobiesocidae aportan el mayor número (tres especies cada una). De ellas, algunas como *Epinephelus clippertonensis* Allen y Robertson, 1999, se comparten con las islas Clipperton; otras como *Holocanthus clarionensis* Gilbert, 1890 y *Thalassoma virens* Gilbert, 1890 incursionan en ocasiones hacia el extremo de la península de Baja California y la entrada del Golfo de California. **El mayor número de endemismos lo presentó isla Socorro con 21 especies, seguida por Clarión (17), Benedicto (11) y Roca Partida (5).**

Tabla 1. Listado de especies endémicas de peces S: Socorro, C: Clarión, B: Benedicto, P: Partida (Adaptado de Del Moral- Flores et al 2016)

Familia	Especie	S	C	B	P
Ophichthidae	<i>Myrichthys pantostigmus</i> Jordan & McGregor 1898	X	X		
Ogcocephalidae	<i>Dibranchius spongiosa</i> (Gilbert 1890)		X		
Holocentridae	<i>Myripristis clarionensis</i> Gilbert 1897	X	X	X	X
Syngnathidae	<i>Bryx clarionensis</i> Fritzsche, 1980		X		
Syngnathidae	<i>Doryrhamphus paulus</i> Fritzsche 1980	X	X		
Gobiesocidae	<i>Gobiesox aethus</i> (Briggs, 1951)		X		
Gobiesocidae	<i>Gobiesox canidens</i> (Briggs, 1951)		X		
Gobiesocidae	<i>Tomocodon absitus</i> Briggs, 1955		X		
Serranidae	<i>Epinephelus clippertonensis</i> Allen & Robertson 1999				
Serranidae	<i>Rypticus courtenayi</i> McCarthy 1979	X	X	X	X

Serranidae	<i>Serranus socorroensis</i> Allen & Robertson 1992	X			
Kyphosidae	<i>Kyphosus lutescens</i> (Jordan & Gilbert 1882)	X	X	X	X
Pomacanthidae	<i>Holacanthus clarionensis</i> Gilbert 1890	X	X	X	X
Pomacentridae	<i>Stegastes redemptus</i> (Heller & Snodgrass 1903)	X	X	X	X
Labridae	<i>Halichoeres adustus</i> (Gilbert 1890)	X	X		
Labridae	<i>Halichoeres insularis</i> Allen & Robertson 1992	X			X
Labridae	<i>Thalassoma virens</i> Gilbert 1890	X	X	X	
Labridae	<i>Xyrichtys</i> sp. A				
Tripterygiidae	<i>Axoclinus multicinctus</i> Allen & Robertson 1992	X			X
Tripterygiidae	<i>Enneanectes exsul</i> Rosenblatt, Miller y Hastings, 2013				
Dactyloscopidae	<i>Dactyloscopus insulatus</i> Dawson 1975	X	X	X	
Blenniidae	<i>Hypsoblennius proteus</i> (Krejsa 1960)	X			
Labrisomidae	<i>Labrisomus socorroensis</i> Hubbs 1953	X	X		
Chaenopsidae	<i>Acanthemblemaria mangognatha</i> Hastings & Robertson 1999	X	X	X	
Gobiidae	<i>Bathygobius ramosus longipinnis</i> Ginsburg, 1947	X	X		
Gobiidae	<i>Lythrypnus insularis</i> Bussing 1990	X	X		
	TOTAL	21	17	11	5

La diversidad observada es superior a la reportada para otras islas del Pacífico mexicano, como la de isla Cedros (347 km² y 269 especies; Ramírez-Valdez et al., 2015), isla Guadalupe (244 km² y 328 especies, Reyes-Bonilla et al., 2010), isla Isabel (1.94 km² y 118 especies, Galván-Villa et al., 2010) e islas Marías (245 km² y 318 especies; Erisman et al., 2011), aunque es menor a la de las islas del golfo de California (Del Moral-Flores et al., 2013). La ictiodiversidad del archipiélago de las Revillagigedo es mayor o ligeramente mayor a la reportada para otras islas oceánicas del PO, como en isla Clipperton (197 especies; Allen y Robertson 1997; Fourrière et al., 2014), isla del Coco (354 especies; Bussing y López, 2004; Cortés, 2012), isla Gorgona (336 especies; Rojas y Zapata, 2006), isla Malpelo (300 especies; CPPS y PNUMA, 1997), pero es inferior a la de las islas Galápagos (550 especies; McCosker y Rosenblatt, 2010).

La ictiodiversidad del archipiélago de Revillagigedo representa el 13.2% del total reportado para México (Espinosa-Pérez, 2014). En su conjunto incluye especies que no se encuentran en ningún otro litoral del país, desde sus especies endémicas (e.g., *Axoclinus multicinctus*, *Enneanectes exsul* y *Dactyloscopus insulatus*) hasta aquellas de afinidades transpacíficas y oceánicas (e.g., *Chaetodon meyeri*, *Ctenochaetus marginatus*).

Aspectos biogeográficos

La lejanía de las islas Revillagigedo con respecto a la región costera del PO, determina que su conjunto ictiofaunístico tenga un elevado número de especies pelágicas oceánicas (43.4%), incluyendo a las transpacíficas cuya capacidad de dispersión les permite cruzar la barrera del Pacífico oriental (Lessios y Robertson, 2006). Es por ello que, al igual que otras islas oceánicas del PO, como Clipperton, predominen las especies de las familias Carangidae, Muraenidae y Serranidae (Allen y Robertson, 1997). Este patrón es común en áreas aisladas en la zona costera (Walker, 1960; Greenfield et al., 1970).

Sin embargo, es posible observar un patrón de aislamiento en el PO inclusive en especies de amplia distribución, al existir en él subespecies endémicas de las islas, como *Ostreacion meleagris clippertonense* Snodgrass y Heller, 1905 y *L. lagocephalus nigradorsum* Fowler, 1944. En el PO se observa un aislamiento en su parte norte y sur; estas áreas marinas están representadas por subespecies e incluso especies diferentes, así en la parte nororiental y que incluiría a las Islas Revillagigedo se encuentran: *Cheilopogon heterurus hubbsi* Parin, 1961; *Cheilopogon pinnatibarbatus californicus* (Cooper, 1863), *Sarda chiliensis lineolata* (Girard, 1858), *Bathygobius ramosus longipinnis* (Ginsburg, 1947).

En las islas Revillagigedo existe una influencia marina propia de aguas frías, debido al transporte de la Corriente de California, lo que explica la presencia de especies ícticas propias del Pacífico nororiental, cuyo límite de distribución sureño puede alcanzar al Golfo de California (Rosenblatt, 1967). Además, tienen influencia de la Corriente Norecuatorial, debido a su ubicación geográfica entre los límites meridionales del giro del Pacífico nororiental y el noroeste del Pacífico oriental tropical (Lluch-Cota et al., 1994).

Corales

A continuación se presenta la descripción realizada por Glynn et al (2016) de las provincias del arrecife de coral del Pacífico Oriental, donde se menciona que los arrecifes mejor desarrollados en el archipiélago son los arrecifes de borde dominados por *Pocillopora* que ocurren a lo largo de las costas de las islas Clarión y Socorro ($18^{\circ} 20' N$, $114^{\circ} 43' W$ y $18^{\circ} 48' N$, $110^{\circ} 57' W$, respectivamente; Reyes-Bonilla 2003). Están generalmente presentes en las bahías de las costas occidentales y meridionales protegidos de los ciclones que frecuentan esta región con dirección hacia el oeste (Figura 1).

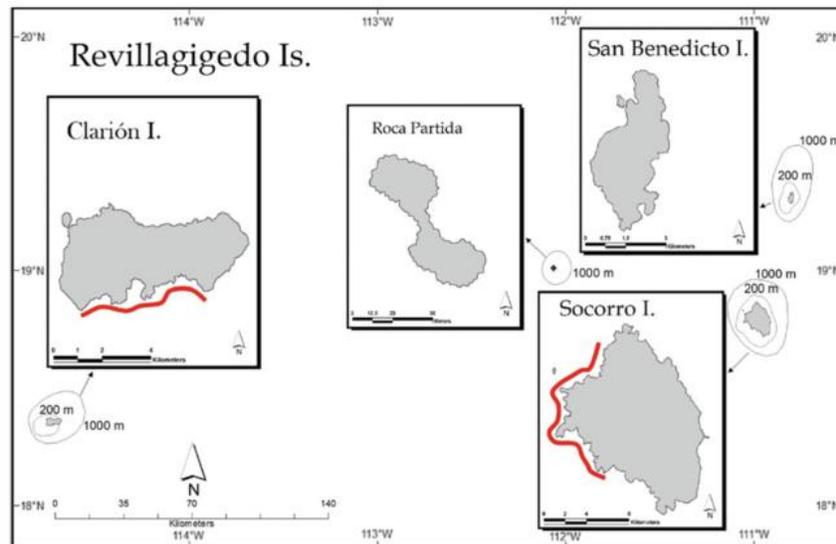


Fig. 5.8 Revillagigedo Islands (REV), Mexico. Red lines skirting the Clarión and Socorro coastlines denote abundant coral growth

Figura 1. Islas de Revillagigedo. Las líneas rojas que bordean la costa de Clarión y Socorro denotan abundante crecimiento de coral.

Pocillopora spp predominan a profundidades someras mientras que los corales masivos (*Porites*, *Pavona*) aumentan en abundancia de 5 a 30 m de profundidad; escombros de coral también aumenta con la profundidad. Relativamente pocas especies de coral se observaron en Roca Partida y la isla San Benedicto, probablemente debido al pequeño tamaño de estas islas y su restringida plataforma. Además, el volcán Bárcena en la isla de San Benedicto estuvo activo en 1952, y los flujos de lava y sedimentos probablemente arrasaron con las comunidades costeras e interfirieron con su recuperación. Algunas evidencias de esto son que seis especies de coral observadas en 1994 fueron encontradas principalmente en grandes bloques de basalto y no en sedimentos volcánicos inestables (Glynn et al. 1996a, b) y un moderado número de *Acanthaster planci* fue observado en las islas Clarión y San Benedicto en 1994 (Glynn, Observación sin publicar).

Aunque los arrecifes de borde no abarcan más de una hectárea (Ketchum y Reyes Bonilla, 1997), el archipiélago contiene el mayor número de especies de corales en el Pacífico mexicano (Reyes Bonilla 2003). En el Golfo de California están registradas 20 especies, a lo largo de la costa continental hay registro de 22 y en Revillagigedo fueron registradas 25.

El número de registros de coral en las islas de Revillagigedo aumentó dramáticamente en la década de los '90s, la riqueza de especies registradas se incrementó de 12 a 21 y luego a 25 debido sobre todo al descubrimiento de corales del Indo-Pacífico no presentes en la costa del Pacífico mexicano o en otros lugares en el Pacífico tropical oriental (Ketchum y Reyes Bonilla, 1997, 2001). Varias de estas especies se comparten con el atolón de Clipperton, que se encuentra a casi 1000 km al sur (en 10° N), que está ocasionalmente en el camino de la contra corriente norEcuatorial (NECC) (Glynn et al. 1996a, b). La lista actual de especies para las Islas Revillagigedo asciende a 25 escleractinios zooxantelados (ver apéndice). Las fuertes similitudes en la fauna de los corales entre Revillagigedo y Clipperton, también incluyen cangrejos Braquiuros (Garth 1992) y peces arrecifales (Robertson y Allen 1996), por lo que Ketchum y Reyes Bonilla (1997, 2001) sugieren que esta región oceánica debe reconocerse como una única subregión biogeográfica del Pacífico tropical oriental dado que las corrientes superficiales podrían permitir la dispersión de Clipperton a las Revillagigedo, especialmente durante el verano ya que ambas zonas insulares podrían servir como peldaños (*stepping stones*) para la migración de especies marinas costeras desde la región central a la parte más norteña del Pacífico tropical oriental.

Tabla 2. Especies de corales escleractinios zooxantelados.

Especies	Presencia
<i>Cycloseris curvata</i> (Hoeksema, 1989)	R
<i>Cycloseris vaughani</i>	S/D
<i>Diaseris distorta</i> (Michelin, 1843)	R
<i>Pavona clavus</i> (Dana, 1846)	C
<i>Pavona duerdeni</i> Vaughan, 1907	R
<i>Pavona gigantea</i> Verrill, 1869	C
<i>Pavona maldivensis</i> (Gardiner, 1905)	R
<i>Pavona minuta</i> Wells, 1954	R
<i>Pavona varians</i> Verrill, 1864	R
<i>Pocillopora damicornis</i> (Linnaeus, 1758)	R
<i>Pocillopora elegans</i> Dana, 1846	C
<i>Pocillopora eydouxi</i> Milne Edwards and Haime, 1860	C
<i>Pocillopora meandrina</i> Dana, 1846	C
<i>Pocillopora capitata</i> Verrill, 1864	R
<i>Pocillopora verrucosa</i> (Ellis and Solander, 1786)	A
<i>Pocillopora woodjonesi</i> Vaughan, 1918	R
<i>Porites arnaudi</i> Reyes-Bonilla and Carricart-Ganivet, 2000	R
<i>Porites australiensis</i> Vaughan, 1918	R
<i>Porites lichen</i> Dana, 1846	C
<i>Porites lobata</i> Dana, 1846	A

<i>Porites lutea</i> Milne Edwards and Haime, 1851	R
<i>Porites panamensis</i> Verrill, 1866	R
<i>Psammocora profundacella</i> Gardiner, 1898	R
<i>Psammocora stellata</i> Verrill, 1864	C
<i>Psammocora superficialis</i> Gardiner, 1898	R
NÚMERO TOTAL DE ESPECIES	25

A abundante (>50 % presencia en los sitios muestreados); C común (20–50 % presencia); R raro (<20 % presencia). Los registros son de Reyes-Bonilla et al. (2010) y los nombres de las especies de Wells (1983), Reyes-Bonilla et al. (2005) y Veron (2000). S/D la especie fue registrada pero no se cuenta con información de nivel de presencia.

Biodiversidad marina asociada a los corales

El Pacífico Tropical Oriental (ETP por sus siglas en inglés), es una región con condiciones oceanográficas extremas, que incluyen baja salinidad, bajo pH, altas temperaturas durante El Niño y bajas temperaturas durante La Niña así como surgencias estacionales. De ahí que los arrecifes de coral en esta región tienen un conjunto relativamente limitado de especies en comparación con otras áreas de arrecife de coral del mundo, pero al igual que en los arrecifes más diversos las especies presentes interactúan de maneras complejas. A continuación se presenta la síntesis que realizaron Cortés et al. 2016 de los grupos taxonómicos de los organismos presentes en el arrecife de las islas oceánicas del ETP entre las que está incluido el Archipiélago Revillagigedo. Se sugiere tomar los números comparativos con reserva dado que en la mayoría de casos representan el esfuerzo de muestreo aún cuando dan una idea aproximada de las condiciones de los principales grupos taxonómicos.

Macroalgas

La diversidad de la comunidad algal depende de la configuración geomorfológica y del tipo de hábitat (Fernández-García et al. 2011). Se ha estimado que el 60- 70% de las macroalgas en el ETP están asociadas con hábitats de arrecifes rocosos y coralinos (Alvarado et al. 2011; Murillo-Muñoz and Peña-Salamanca 2014; Alvarado et al. 2015). El grupo más diverso en la región son las algas rojas, seguido de las verdes y las algas café.

Los arrecifes de coral en el ETP (< 10 m de profundidad) están dominados por tapetes algales, definidos como una capa baja (varios milímetros a centímetros de altura) (Connell et al. 2014) así como por algas calcáreas y carnosas. Los tapetes algales están compuestos por una combinación de algas verdes, rojas y café. Las principales especies que conforman estos tapetes son *Asparagopsis taxiformis*, *Polysiphonia*, *Ceramium*, *Cladophora*, *Chlorodesmis*, especies del orden Gelidiales, así como algas coralinas *Jania* and *Amphiroa*. También están presentes pequeños parches de algas carnosas como *Hypnea* sp., *Gracilaria* spp., *Galaxaura rugosa*, *Halimeda discoidea*, *Codium isabelae*, *Padina mexicana* y *Dictyota humifusa* (presente de México a Colombia). De los 12 a los 17 m de profundidad, las especies dominantes son algas rojas coralinas (*Lithohyllum* spp. y *Lithothamnion* spp.), especies de la familia *Peyssoneliaceae*, y *Lobophora* spp.

Tabla 3. Número de especies de macroalgas en las islas oceánicas del ETP

	CLI	REV	COC	GAL
Ochrophyta-Phaeophyceae	11	29	7	46
Chlorophyta	23	38	10	42

Rhodophyta	49	123	13	228
TOTAL	83	190	30	316

CLI Clipperton Island (France); REV Revillagigedo Islands (Mexico); COC Isla del Coco (Costa Rica); GAL Galápagos Islands (Ecuador)

Esponjas

En las áreas coralinas de Revillagigedo se han reportado 8 especies del filo porífera, 4 de la clase Demospongiae y 4 Homoscleromorpha. En la siguiente tabla se muestra el comparativo en número de especies con otras islas oceánicas del ETP.

Tabla 4. Número de especies de esponjas en las islas oceánicas del ETP

	CLI	REV	COC	GAL
Demospongiae	17	4	2	34
Homoscleromorpha	0	4	0	4
Calcarea	2	0	0	0
TOTAL	19	8	2	38

CLI Clipperton Island (France); REV Revillagigedo Islands (Mexico); COC Isla del Coco (Costa Rica); GAL Galápagos Islands (Ecuador)

Moluscos

El filo Mollusca es uno de los filo más ricos y representativos de invertebrados marinos que pueden encontrarse a través de muchos ecosistemas marinos, incluyendo los arrecifes de coral. Muchas de las especies de moluscos asociados con los arrecifes de coral son considerados carismáticos y tienen importantes valores incluyendo el económico, biomédico, biológico y ecológico. En Revillagigedo, los gasterópodos son el grupo más abundante y diverso con 204 especies. Sin embargo a nivel regional es en las Islas Galápagos donde se presenta el mayor número de especies.

Tabla 5. Número de especies de moluscos en las islas oceánicas del ETP

	CLI	REV	COC	GAL
Bivalvia	42	77	78	212
Gastropoda	212	204	446	605
Opisthobranchia	37	42	22	34
Polyplacophora	1	8	8	13
Cephalopoda	1	1	6	8
TOTAL	293	332	560	872

CLI Clipperton Island (France); REV Revillagigedo Islands (Mexico); COC Isla del Coco (Costa Rica); GAL Galápagos Islands (Ecuador)

Equinodermos

De las especies de equinodermos registradas en Revillagigedo, cerca del 60% ocurren en los arrecifes de coral como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6. Número de especies de moluscos en las islas oceánicas del ETP

	REV	COC	GAL
Asteroidea	5	8	10
Ophiuroidea	4	9	17
Echinoidea	5	11	11
Holothuroidea	11	15	20
Total de especies asociadas con los arrecifes	25	43	58
Total de especies de equinodermos en la región	43	123	216

REV Revillagigedo Islands (Mexico); COC Isla del Coco (Costa Rica); GAL Galápagos Islands (Ecuador)

En abril de 2016, la *National Geographic Pristine Seas* y el consorcio de investigadores que conforma Mares Mexicanos llevaron a cabo una expedición al Archipiélago de Revillagigedo con el fin de evaluar la biodiversidad y salud de los ecosistemas marinos adyacentes al archipiélago, así como las necesidades y oportunidades para su conservación. Aburto - Oropeza et al (2016) citan como las principales conclusiones de la expedición en términos de las características biológicas excepcionales de los ecosistemas marinos de interés las siguientes:

- Las Islas Revillagigedo son únicas porque albergan gran diversidad y abundancia de tiburones, con al menos ocho especies comúnmente observadas, incluyendo los tiburones tigres, sedosos y de Galápagos, especies casi amenazadas; y los tiburones martillo, especie amenazada en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
- La abundancia de tiburones (registrada por cámaras remotas) es la mayor reportada hasta la fecha en Norteamérica, y considerablemente mayor que en otras áreas protegidas a nivel global. La presencia de tiburones de todos los tamaños, incluyendo hembras preñadas y juveniles, indica que las Revillagigedo son áreas clave de crianza y de reproducción.
- Abundancia excepcional de mantas oceánicas gigantes, *Manta birostris*. Esta especie es considerada vulnerable en la lista roja de la UICN y es una de las mayores atracciones para el turismo de buceo en el área. Estudios con telemetría satelital han revelado que la población de mantas de Revillagigedo es local y no migra afuera del archipiélago. Esta falta de intercambio con otras poblaciones de mantas hace que la población de Revillagigedo sea más vulnerable a descensos en su abundancia.
- Gran biomasa de peces en arrecifes costeros, con Roca Partida albergando 8.5 toneladas por hectárea – la mayor biomasa en Norteamérica, comparable solamente con la Isla del Coco en Costa Rica, y segunda sólo a las islas Galápagos de Ecuador.
- El aislamiento del archipiélago de Revillagigedo lo convierte en un importante puente para el movimiento de especies a lo largo del PTO. El papel de las islas como eje

central de conectividad oceánica es importante para el potencial reabastecimiento de poblaciones de especies en otras áreas impactadas por perturbaciones climáticas y/o humanas, como la costa Pacífica Mexicana. El aislado archipiélago y sus aguas colindantes son refugio para 31 especies incluidas en la lista roja de especies amenazadas por la UICN como vulnerables (13), amenazadas (11), en peligro (5) y en peligro crítico (2). Muchas de estas especies han sido negativamente afectadas por desarrollo humano a lo largo de las costas densamente pobladas, resaltándose de nuevo la condición prístina del archipiélago en comparación con el resto de la región.

- Gran abundancia de pepinos de mar (*Isostichopus fuscus*) y langostas. Estas especies han sido fuertemente sobre-explotadas en el resto de México y el Pacífico Oriental Tropical (POT). Las poblaciones en el archipiélago podrían representar una abundancia virgen, la cual debería ser usada como línea base para el manejo y medidas de conservación en otras zonas de México.
- Hábitats de profundidad casi inexplorados, que albergan gran abundancia de meros y jureles, y muchas especies nuevas para la ciencia esperando ser descritas. La exploración de arrecifes mesofóticos (de 50 a 200 m de profundidad) alrededor de las Revillagigedo registraron cinco especies de abanicos de mar y dos especies de esponjas nuevas para la ciencia, incluyendo el abanico *Pacifigorgia sp.* y *Aplysina sp.* que serán nombradas en honor a la expedición de Mares Prístinos (*pristinae*), y la presencia de tres especies de tiburones no antes registradas en el archipiélago incluyendo el tiburón negro espinoso (*Echinorhinus cookei*).

A continuación se presenta la información obtenida de los principales grupos estudiados durante la expedición.

Tiburones

En las Revillagigedo han sido registradas 28 especies de tiburón (Fourriere et al., 2016). De esas, al menos ocho fueron observadas durante la expedición del 2016. Un total de 200 tiburones pertenecientes a ocho especies diferentes fueron registrados en 2,880 horas de video grabado en cámaras remotas con carnada (BRUVS) (90 minutos por lance). La abundancia media de tiburones estandarizada (media del número máximo de tiburones registrado en un fotograma de video (MaxN)/hora) en las Revillagigedo fue de 4.16 (± 1.80 DE). Los tiburones punta blanca de arrecife (*Triaenodon obesus*) fueron la especie más común 1.92 (± 1.25 DE), seguidos de los tiburones de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) y punta plateadas (*Carcharhinus albimarginatus*). El resto de especies registradas fueron los tiburones martillo (*Sphyrna lewini*), tigre (*Galeocerdo cuvier*), sedoso (*Carcharhinus falciformes*), punta negra (*Carcharhinus limbatus*) y oscuro (*Carcharhinus obscurus*). Al menos una especie de tiburón fue detectada en cada una de las cámaras (n=32). Los tiburones punta blanca de arrecife fueron la especie más común (87.5% de los lances), seguidos de los Galápagos (62%) y tiburones plateados (56%). La riqueza de especies por BRUVS varió entre 1 y 5 (media \pm DE, 2.5 \pm 0.84), con el 43% de BRUVS con al menos 3 especies presentes.

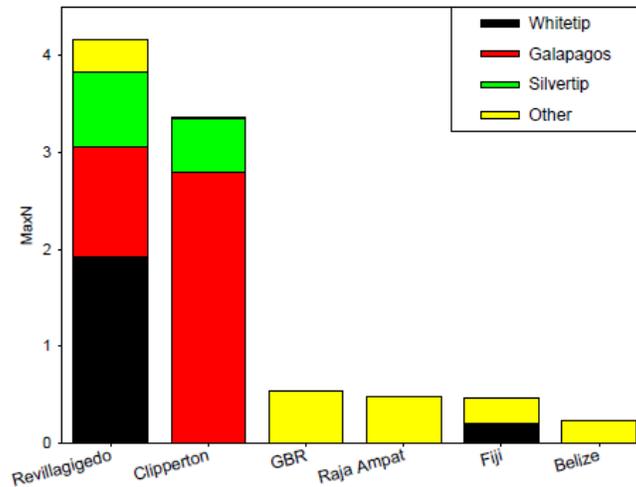


Figura 2. Abundancia de tiburones en Revillagigedo medidas por cámaras de video remotas en comparación con otras localidades a nivel global. MaxN= Número máximo de tiburones registrado en un fotograma individual. GBR= Gran Barrera de Coral Australiana (Aburto- Oropeza et al 2016).

Los resultados de la expedición indican una gran abundancia relativa de tiburones en Revillagigedo en comparación a otras localidades a nivel global donde los BRUVS han sido utilizados para cuantificar tiburones (Figura 2). Se detectó la presencia de tiburones a lo largo de las islas muestreadas (Socorro y San Benedicto) y los tiburones de punta blanca y de galápagos dominaron el ensamblaje, mientras que la mayor parte de las otras localidades a nivel global están dominadas por tiburones grises y tiburones de arrecife del Caribe.

Estudios previos usando BRUVS han evidenciado una reducción drástica en la abundancia de tiburones en áreas abiertas a la pesca, en comparación con zonas de no extracción (Bond et al. 2012, Goetze and Fullwood 2013, Jaiteh et al. 2016) y es ampliamente aceptado que la sobrepesca ha reducido la biomasa de grandes peces depredadores en más de un 90% (Myers and Worm 2003).

Mantas gigantes oceánicas (Manta birostris)

La manta gigante, *Manta birostris*, es común en las cuatros islas del archipiélago y la atracción principal para la industria del turismo de buceo (Stewart et al. 2016a). Estudios recientes usando una combinación de telemetría satelital, isótopos estable y genética de poblaciones usando secuenciadores de nueva generación, han revelado que las mantas de Revillagigedo tienen un rango de hábitat reducido, con una alta fidelidad de sitio, y que no llevan a cabo grandes migraciones regionales, como se creía comúnmente (Stewart et al. 2016a). Las mantas equipadas con transmisores satelitales se mantuvieron en un área de unos 70,000km², durante los 6 meses de duración de los transmisores (Stewart et al. 2016a). Se observó además una separación completa entre las mantas marcadas en Revillagigedo y otras marcadas con los mismos dispositivos en la costa Pacífica de México continental, a pesar de que la distancia entre estas dos poblaciones es de apenas 600km (Figura 3). Las mantas oceánicas muestran un comportamiento inusual desde el punto de vista de que se benefician principalmente de hábitats oceánicos, pero se mantienen dentro de un rango de hábitat relativamente restringido alrededor de las Revillagigedo. La concordancia en los resultados de marcaje satelital, isótopos estables y resultados genéticos sugieren que las mantas oceánicas forman sub-poblaciones bien estructuradas que se mantienen aisladas.

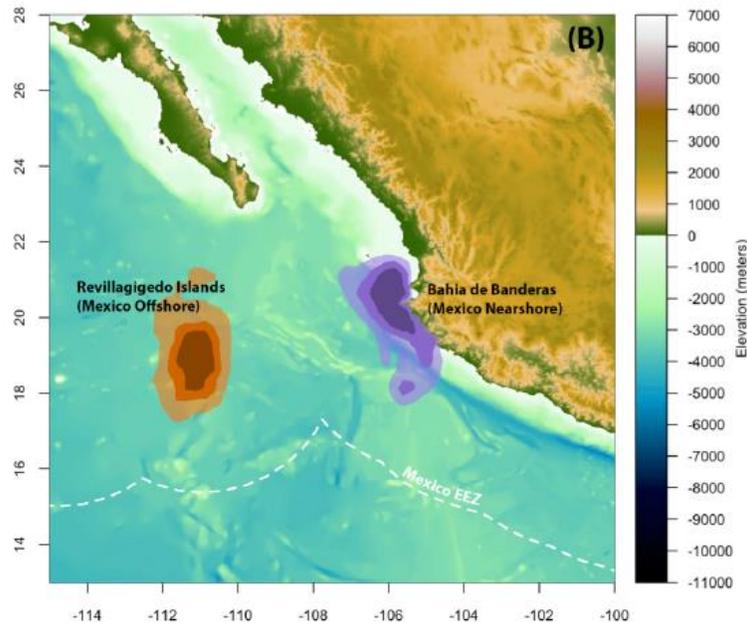


Figura 3. Densidad de probabilidad para marcas satelitales colocadas en manta rayas oceánicas gigantes. El sombreado de claro a oscuro representa contornos de probabilidad del 95%, 75% y 50% de uso de hábitat. (Obtenido de Stewart et al. (2016a) en Aburto- Oropeza 2016).

Los comportamientos de buceo registrados en las marcas y observaciones en submarinos tripulados en Revillagigedo, indican que las mantas se alimentan comúnmente en capas profundas de dispersión compuestas de zooplankton (Stewart et al., 2016b). Si estas capas de dispersión son una fuente principal de alimento para las mantas oceánicas, éstas podrían proveer de suficientes oportunidades de alimentación que apoyen el comportamiento residente, ya que las capas de dispersión en esta región se mantienen a lo largo del año (Stewart et al. 2016a,b). Este alto nivel de residencia y la presencia de una sub-población aislada, hacen que las mantas oceánicas de Revillagigedo sean muy vulnerables a la pesca dirigida, así como la pesca incidental.

Peces de arrecife

Las islas Revillagigedo y áreas cercanas albergan 389 especies de peces de arrecife, de las cuales 13 son endémicas (Fourriere et al., 2016). La biomasa de peces en Roca Partida (8.49 t ha⁻¹) es una de las más grandes en el mundo, segunda sólo después de las islas Darwin y Wolf en la Reserva Marina de Galápagos y comparable a la isla del Coco en Costa Rica (Figura 4). La biomasa en Roca Partida fue 3.8 veces más grande que en Socorro y 5.4 más grande que en San Benedicto. La biomasa media del archipiélago es comparable con las grandes biomásas reportadas en otras reservas marinas, y mayor que en el 99% de los arrecifes del mundo (Figura 5). Además, aproximadamente un 30% de la biomasa total de peces costeros fueron depredadores tope (con un valor máximo en Roca Partida de 75%).

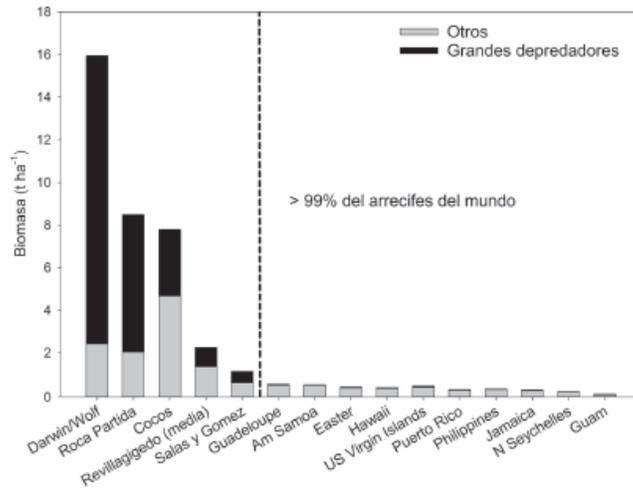


Figura 4. Biomasa de peces de arrecife en Revillagigedo en comparación con otros lugares a nivel mundial.

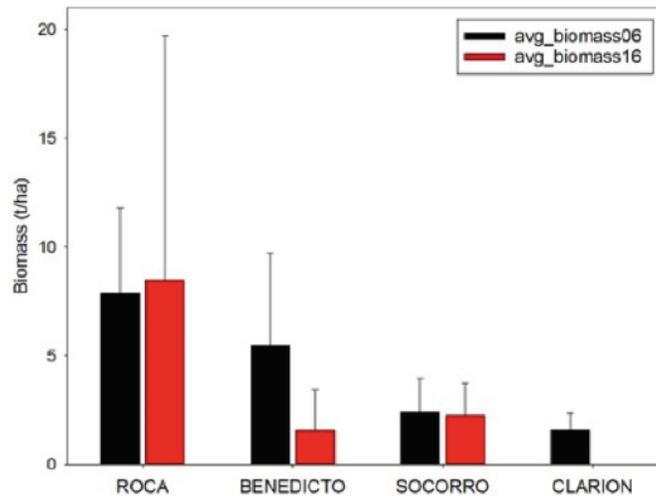


Figura 5. Biomasa de peces de arrecife en Revillagigedo comparada entre 2016 y 2006.

Comparando los resultados de 2016 con datos obtenidos alrededor del archipiélago diez años atrás (Hull et al., 2006), no hubo diferencias significativas entre las tres islas en riqueza de especies o abundancia media total, a excepción de una pequeña reducción en la biomasa de peces en San Benedicto, potencialmente debido a una diferencia en esfuerzo de muestreo (Figura 5).

Invertebrados de interés comercial

Los arrecifes de Revillagigedo albergan poblaciones altas de pepinos de mar y langosta, lo que sugiere densidades vírgenes y saludables en ausencia de pesca. Estas especies están severamente sobre-explotadas a lo largo de la costa Mexicana. Cuatro especies de langostas están presentes en el Pacífico Mexicano: *Panulirus interruptus*, *P. inflatus*, *P. gracilis* and *P. penicillatus*. Las últimas tres son especies tropicales y *P. interruptus* (langosta espinosa de California) es una especie templada que mantiene una pesquería en el oeste de la península de

Baja California. La especie insular es *P. penicillatus* y es común en Revillagigedo (Briones & Lozano, 1982). Registramos *P. penicillatus* en todas las islas visitadas, especialmente en San Benedicto y Socorro, en densidades de 0.07 – 0.36 ind/m².

Aunque referencias históricas indican que las langostas solían ser abundantes en el Golfo de California, hoy en día es difícil observar langostas en arrecifes rocosos, y la abundancia máxima registrada en transectos lineales es de 0.03/m² (Vega et al., 2010). Los Pescadores del Golfo aplican una gran presión pesquera en las poblaciones de langosta, en una pesquería que esta sin regulación alguna. En Revillagigedo, fueron registrados individuos desde 12 a 52 cm de Longitud Total (LT), y una distribución de tallas dos veces más grande que en el Golfo de California. El pepino de mar *Isostichopus fuscus* es el sexto macro-invertebrado más abundante en Revillagigedo, dominando en las islas más grandes (Socorro, San Benedicto, Clarión). La densidad media del pepino en el archipiélago varió entre 0.08 y 0.45 ind/m², una densidad mucho más alta que en la costa Mexicana. En el Golfo de California, *I. fuscus* era muy importante comercialmente, y las capturas reportadas alcanzaron 1750 toneladas en 1991 (Herrero-Pérezrul and Chávez-Ortiz, 2003). La demanda fue tan alta que las poblaciones de pepinos en México, Costa Rica y Ecuador empezaron a mostrar signos de sobre-explotación (Reyes-Bonilla y Herrero- Pérezrul, 2003) y esto resultó en el cierre de la pesquería en 1994. Desde el 2003 la pesquería ha sido re-abierta, pero las cifras en el Golfo de California sugieren que las poblaciones de pepino de mar no se han recuperado y que la pesquería aún tiene un efecto negativo en la densidad poblacional.

Ecosistemas de profundidad

Las profundidades marinas son el ecosistema menos documentado de las Revillagigedo. Durante la expedición de 2016, llevaron a cabo censos de biodiversidad mediante el uso de cámaras remotas (las Dropcams de National Geographic) e inmersiones a bordo de submarinos tripulados con el objetivo de llenar esta laguna de conocimiento. Cuatro phyla, compuestos de 28 familias y 29 especies fueron observados durante un total de 15 lanzamientos de Dropcam en hábitats de profundidad entre 50 y 2,285 metros de profundidad. La especie registrada de pez más abundante fue el mero (*Epinephelus cifuentesis*); tiburones y rayas de profundidad también fueron numerosos. Registraron por primera vez en el archipiélago las especies de aguas profundas: tiburón dormilón del Pacífico (*Somniosus pacificus*), la chimera púrpura (*Hydrolagus purpureus*), tiburón gata de nariz larga (*Apristurus nasutus*), tintorera negra (*Centroscyllium nigrum*) y la raya de profundidad (*Bathyraja abyssicola*).

En un total de 23 inmersiones a bordo del submarino tripulado hasta profundidades de más de 200m fueron registrados 10 phyla, comprendiendo 70 familias y 117 especies. Los carángidos (jureles) y los condriictios (tiburones), fueron comunes en las inmersiones profundas en las Revillagigedo. De estas, el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*) fue el más abundante (56 avistamientos) y se registró frecuentemente (73% de los censos), seguido del tiburón de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*) con 56 avistamientos en el 43% de los censos y el tiburón martillo con 42 avistamientos en el 13% de los censos. La manta raya oceánica fue observada en el 48% de los censos, y documentamos comportamiento de alimentación en profundidades de 100-150m, un comportamiento que fue recientemente descubierto para esta especie en las islas (Stewart et al. 2016b). Fue registrada una gran abundancia de especies de arrecifes en arrecifes mesofóticos (50-200m) con grandes abundancias del mero olive (*E. cifuentesis*), pargo rojo del Pacífico (*Lutjanus peru*), jureles negros (*Caranx lugubris*) y palometas (*Seriola rivoliana*); todas ellas especies de peces de gran

valor comercial y cuya abundancia en otros lugares de la costa continental de México ha sido ampliamente reducida debido a la sobre-pesca.

El sustrato dominante registrado durante las inmersiones en el submarino fueron riscos rocosos seguido de riscos rocoso diagonales y zona de cantos rodados. En el fondo fueron observadas cuatro familias y nueve especies de corales, gorgonias y plumas de mar. Las gorgonias (abanicos de mar) fueron diversos y abundantes, con al menos cuatro especies en el 43% de los censos. Otros phyla observados fueron artrópodos (principalmente crustáceos), anélidos (incluyendo gusanos poliquetos), briozoos, tenóforos, equinodermos (estrellas de mar), moluscos (caracoles) y esponjas. Algunas de las colecciones y las observaciones de los científicos podrían ser nuevas especies para la ciencia (actualmente siendo revisados en detalle), incluyendo un nuevo registro de profundidad máxima para la langosta espinosa (*P. interruptus*).

Ecosistemas de alta mar

Durante la expedición se llevó a cabo la primera evaluación sistemática del ambiente pelágico mediante el uso de cámaras remotas de media agua con carnada a la deriva alrededor de las islas de Roca Partida, Socorro y San Benedicto. Los censos documentaron abundante vida pelágica, especialmente en los sectores este y sureste de las islas. Fueron registradas un total de 20 especies de peces y un cetáceo, el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). La especie de pez más abundante fueron los jurelitos (*Decapterus spp.*), una fuente importante de alimento para peces depredadores y aves marinas. **El atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) fue la segunda especie pelágica más abundante, lo que resalta la importancia del archipiélago como un área de alimentación y reproducción para esta especie de gran valor comercial.** Otras especies de peces pelágicos de interés comercial para la pesca industrial y deportiva registrados fueron: el guajo (*Acanthocybium solandri*), el dorado (*Coryphaena hippurus*), el marlín azul (*Makaira mazara*) y el marlín rayado (*Kajikia audax*). **Los tiburones fueron también comunes y la especie más abundante fue el tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformes*), presente en el 92% de los censos; seguido del tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), especie amenazada, y el tiburón de Galápagos (*Carcharhinus galapagensis*).**

c) Problemática de las especies enlistadas en una categoría de riesgo, que motiven la declaración

Mamíferos marinos

Las aguas del Archipiélago de Revillagigedo son un lugar importante para la alimentación, reproducción y movimiento de cetáceos en el Pacífico. Se han registrado 21 especies de mamíferos marinos, incluyendo delfines y ballenas (Tabla V), de las cuales la más notable es la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*). Las aguas del Archipiélago de Revillagigedo son reconocidas como zonas de reproducción de ballenas (Rice 1977). Se han llevado a cabo registros anuales de la actividad de las ballenas en los alrededores del Archipiélago de Revillagigedo (Salinas et al. 1994). La ballena jorobada tiene una distribución cosmopolita pero sus diferentes poblaciones han sido reducidas drásticamente por la caza comercial de ballenas. De acuerdo con Salinas et al. (1994), la mayor concentración alrededor de Isla Socorro se observa a fines de febrero y principios de marzo. El mayor número de hembras reproductoras ocurre de la segunda mitad de enero a principios de febrero (Salinas et al. 1994). A pesar de que las ballenas tienen una amplia distribución, el porcentaje más alto (75%) de avistamientos ocurre de los 10 a los 400 m de la costa (Ladrón de Guevara et al.

1991). Las ballenas permanecen en el Archipiélago de diciembre a mayo. Urban et al. (1994), estimaron una población de 957 ± 181 individuos, agregación que se considera diferente a otras poblaciones de ballenas jorobadas del Pacífico Mexicano.

En estudios más recientes se estimó una abundancia de alrededor de 2000 individuos (Barlow et al. 2008). González-Peral (2011), usando foto-identificación y técnicas moleculares, encontró que la población de ballenas jorobadas está dividida en dos meta poblaciones: una población de ballenas en las costas de la parte continental de México y Baja California, las cuales se alimentan, sobre todo, en las costas de California y Oregón; y otra población oceánica con ballenas alrededor de Revillagigedo y Baja California (con posibles movimientos al continente), que se alimentan en el Mar de Bering, Golfo de Alaska y Canadá. Por lo tanto, el Archipiélago de Revillagigedo es muy importante para toda la población de ballenas jorobadas del Pacífico Norte (Medrano & Scott 1994; Salinas et al. 1994).

Especies de mamíferos marinos registradas en Revillagigedo y listadas en la NOM-059:

Balaenoptera edeni
Balaenoptera musculus
Delphinus delphis
Lagenodelphis hosei
Megaptera novaeangliae
Orcinus orca
Physeter macrocephalus
Pseudorca crassidens
Stenella attenuata
Stenella coeruleoalba
Stenella longirostris
Steno bredanensis
Tursiops truncatus
Ziphius cavirostris

Balaenoptera edeni

Rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*)



Descripción de la especie.

Entre los balenoptéridos el rorcual tropical es el segundo más pequeño. Esta especie tiene un cuerpo alargado, con menos fortaleza que la ballena sei y la de minke (Cummings 1985b). El

color del rorcual tropical es variable, pero, por lo general, su dorso es negro azulado y la región ventral es blanca o amarillenta. La coloración oscura del dorso cercana a la garganta se extiende hasta la región anterior y posterior de las aletas pectorales. En algunas poblaciones se observan manchas elipsoides de cerca de 3 x 7 cm de color blanco grisáceo (Cummings 1985b), probablemente producidos por mordidas del tiburón *Istitius braziliensis* (Best 1974).

Los machos alcanzan una longitud de 12 m en promedio, y un máximo de 14.3, y las hembras 13 m con un máximo de 14.6 m. Su peso promedia 12,000 kg con un máximo de 20,000 kg. Las crías al nacer miden de 3.4 m a 4 m y pesan cerca de 900 kg (Olsen 1913, Best 1977, Watson 1981).

Una característica externa única del rorcual tropical es la presencia de dos crestas laterales que corren desde la punta del rostro hasta los orificios nasales; uno a cada lado de la cresta usual de los balenoptéridos en la línea media (Leatherwood et al. 1982, Cummings 1985b). Las aletas pectorales son angostas, puntiagudas, oscuras en ambas caras y miden entre 8 y 10% del largo del cuerpo, (Cummings 1985b). La aleta dorsal de la especie tiende a ser falcada, alcanzando hasta 46 cm de altura y la envergadura de la aleta caudal abarca cerca del 20% con relación a la longitud total del cuerpo (Cummings 1985b).

Distribución actual, con poblaciones aún presentes.

En el Pacífico mexicano su distribución se extiende al sur desde los 26° N, a lo largo de la costa occidental de Baja California, en todo el Golfo de California y a lo largo de la costa continental de México hasta el borde con Guatemala (Rice 1974, Leatherwood et al. 1982, Cummings 1985b, Wade y Gerrodette 1993). Esta especie ha sido observada fuera de la costa occidental de Baja California durante el verano y otoño (Mangels y Gerrodette 1994), y en el invierno y primavera, especialmente en las aguas que rodean la boca de Bahía Magdalena y Cabo San Lázaro (Urbán y Aguayo 1987b).

Tipo de ambiente.

El rorcual tropical se distribuye mundialmente en aguas tropicales y templadas, raramente pasando los 35°C (Reeves et al. 2002). Kato (2002) menciona que esta especie se observa por todas las aguas tropicales y templado-cálidas de 16.3 °C o más cálidas en todo el año. Se han reportado en todas las aguas tropicales y templadas en el Pacífico norte y sur, Océano Índico, y en el Atlántico norte y sur entre, los 40° N y S.

Tamaño poblacional.

De acuerdo con Reeves et al. (2002) no hay ninguna estimación confiable para ninguna de las poblaciones de rorcual tropical. A nivel mundial se estima un total de 90,000 ejemplares (Carwardine 1995). Para el Pacífico norte se calculan unos 37,000 individuos y Wade y Gerrodette (1993) consideraron una población de 13,000 individuos para el Pacífico Oriental tropical. Para el Golfo de California se cuenta con la estimación de Gerrodette y Palacios (1994) de 400 animales para el Golfo de California; mientras que Urbán y Flores (1996) reportaron un cálculo de 300 rorcuales tropicales para la misma zona con base en los resultados de los censos de investigación llevados a cabo de julio a noviembre de 1993 por el US National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA). Para el Canal de Ballenas Tershy et al. (1990) foto identificaron un total de 160 animales y reportaron que entre 1983 y 1986 un total de 454 rorcuales tropicales utilizaron esta área. Para la Bahía de

La Paz, Chávez (1995) reportó 235 rorcuales tropicales. El tamaño poblacional más reciente para el Golfo de California es el reportado por Gerrodette y Palacios (2004), quienes estimaron una población de 952 individuos de acuerdo con registros obtenidos durante el verano-otoño del 1993 en el Golfo de California. Con base en estudios genéticos se plantea la posibilidad de la existencia de dos poblaciones en el Golfo de California, una residente y una relacionada con la población del Pacífico oriental tropical (Dizon et al. 1995).

Reproducción.

La edad de madurez sexual en machos es de 9-13 años, con longitud de 12.2 m, mientras que en las hembras se alcanza a los 10 años a una longitud de 12.5 m (Cummings 1985b, Klinowska 1991). Según Reeves et al. (2002), el sistema de apareamiento del rorcual tropical se desconoce por completo. El período de gestación dura 11 meses, el máximo de nacimientos y los stocks pelágicos tienen a las crías en otoño e invierno, aunque la época reproductiva es todo el año (Kato 2002). El intervalo entre nacimientos es de 2 años. Al parecer las crías del rorcual tropical nacen midiendo entre 3.6 y 3.9 m de longitud (Best 1977) y son amamantadas durante 12 meses. Según Best (1977) la tasa de crecimiento hipotética para esta especie es de 1.45 cm diarios. En la Bahía de La Paz se han observado crías entre agosto y octubre (1989) con longitudes de entre 7 y 9 m; mientras que otras crías reportadas en enero y mayo (1991) han sido de 4 m de longitud, por lo que probablemente debieron de haber nacido en invierno o a principios de primavera, situación que no es tan diferente a lo reportado por Rice (1979).

Alimentación.

El rorcual tropical se alimenta de una gran variedad de organismos. Se les ha observado en la costa occidental de la Península de Baja California alimentándose de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) y anchoveta (*Opisthonema libertate*) (Rice 1977, Leatherwood et al. 1982, Urbán y Flores 1996). Se tiene registros de la costa suroccidental de Baja California donde se la observó alimentándose de cangrejos rojos (*Pleuroncodes planipes*) (Rice 1977, Urbán y Flores 1996). En el Golfo de California fue visto alimentándose de sardinas (*Sardinops sagax*), anchovetas y en algunas ocasiones de eufaúsidos (*Nyctiphanes simplex*) (Tershy 1992, Tershy et al. 1993a, Gendron y Urbán 1993, Urbán y Flores 1996). Urbán et al. (1991) reportan que el alimento del rorcual tropical en La Bahía de La Paz consiste en sardinas y kril. Gendron et al. (2001) confirman los hábitos ictiófagos de la especie, con base en análisis de isótopos estables de C y N.

Conducta.

Los rorcuales tropicales no forman grandes grupos. En el Pacífico norte generalmente se encuentran solos o en agregaciones de dos a tres individuos, o hasta grupos de 12. El soplido alcanza entre los 3 y 4 m de altura. Raras veces sacan la aleta caudal antes de realizar un buceo prolongado y pueden llegar a bajar a profundidades de hasta 300 m. Al parecer se desplazan a velocidades de 2 a 7 km/hr, sin embargo, pueden llegar a alcanzar hasta 20 y 25 km/hr. Esta especie tiende a saltar fuera del agua más seguido que otras de balenopteridos.

El rorcual común llega a producir sonidos poderosos de baja frecuencia como lamentos que en promedio duran 0.4 seg de duración y que oscilan entre los 0.2 a 1.5 seg, concentrando la energía entre los 124 y 250 Hz y modulan la frecuencia tanto como los 15 Hz (Cummings 1985b).

Factores de riesgo.

De acuerdo con Klinowska (1991) no hay información disponible sobre el estado o abundancia del stock del Pacífico Nororiental. Al parecer no se tiene ninguna evidencia de que esta especie se encuentre actualmente en peligro de extinción, ya que nunca se ha explotado de la misma manera que el resto de las grandes ballenas. En años recientes, los japoneses han comenzado a cazar esta especie en el Pacífico Norte bajo permiso científico (Reeves et al. 2002) y de acuerdo con Donovan (2002) en el 2000 se capturaron 50 ejemplares en el Pacífico norte occidental. Por otro lado, se tiene preocupación por poblaciones como la de Sudáfrica y la del este de China debido a que las especies de peces que les sirven de alimento han disminuido considerablemente.

Balaenoptera musculus

Ballena azul (*Balaenoptera musculus*)



Descripción de la especie:

La ballena azul es el animal más grande que existe. El ejemplar de mayores dimensiones del que se tiene registro corresponde a una hembra del Antártico que midió 33.58 m, mientras que el animal más pesado es a una hembra de 26.7 m que pesó 190 toneladas (Tomilin 1957). Las ballenas azules del hemisferio norte son generalmente más pequeñas que las del hemisferio sur. De acuerdo con True (1904), la ballena azul más grande del Atlántico norte midió 27 m, mientras que en el Pacífico norte la longitud máxima reportada es de 26.8 m (NMFS 1998).

Como sucede con otras especies de ballenas, las hembras son ligeramente más grandes que los machos. Al nacer miden de 6-7 m y son destetados siete meses más tarde cuando alcanzan los 16 m (Mackintosh y Wheeler 1929, Nishiwaki 1952, Slijper 1962). En el hemisferio norte, la madurez física de las hembras resulta a los 25 m, mientras que los machos lo hacen al llegar a los 24 m de longitud (Tomilin 1957, Nishiwaki 1952, Slijper 1962, Ichihara 1966). La madurez sexual es alcanzada por las hembras cuando llegan a medir 21-23 m, mientras que los machos lo hacen al medir 20-21 m, a los cinco años, ambos sexos. Después de lograr la madurez sexual las hembras paren una cría cada dos o tres años, tras un periodo de gestación de 11 meses (Mac- kintosh y Wheeler 1929, Slijper 1962, Yochem y Leatherwood 1985).

Estas ballenas son, en términos generales, de coloración gris azulosa con el vientre y la cara ventral de las aletas clara. Presentan motas de diferentes tamaños, claras y oscuras, que le dan un aspecto jaspeado a su coloración. Tiene una aleta dorsal pequeña (aproximadamente de 40 cm de alto) localizada al inicio del último cuarto del cuerpo, cuya forma es variable, pudiendo

ser triangular, redondeada, ligeramente falcada o no más de una pequeña protuberancia visible en su perfil dorsal (Tomilin 1957, Leatherwood et al. 1982). Por otro lado, la aleta caudal es ancha y de color uniforme, con un borde posterior recto o ligeramente cóncavo hacia la escotadura caudal. Las aletas pectorales son puntiagudas y de un tamaño aproximado al 15% de la longitud del cuerpo. Las proporciones morfométricas de la especie en relación con la longitud total son las siguientes: anchura zigomática, 52.5; longitud del rostro, 77.1; anchura del rostro a la altura del proceso orbital 30.5; longitud de los maxilares, 86.1; longitud de los premaxilares, 89.0; longitud de los nasales, 5.4; longitud del dentario, 103.4; altura del dentario, 14.3 (Tomilin 1957).

La cabeza de la ballena azul es ancha y plana con forma de U. Los orificios nasales se encuentran bordeados anterior y lateralmente por crestas altas, mayores que en los otros rorcuales, presentando en la parte media del rostro una sola cresta que corre desde los orificios nasales hasta el extremo anterior del rostro (True 1904, Tomilin 1957). En la parte ventral presentan de 55 a 88 pliegues longitudinales, el más largo corre desde la barba al ombligo y los más cortos a los lados de la cara (Tomilin 1957, Leatherwood et al. 1982; Yochem y Leatherwood 1985). La lengua, el paladar y las barbas son negros y se encuentran de 295 a 395 a cada lado de la boca, alcanzando un m de longitud (Tomilin 1957).

Distribución histórica estimada.

La ballena azul es una especie cosmopolita y se encuentra en todos los océanos. Su distribución abarca desde los océanos Ártico y Antártico hasta el ecuador. Estudios de variabilidad interespecífica ca han revelado la existencia de tres subespecies (Rice 1977 y 1998): *B. m. musculus* en el hemisferio norte; *B. m. intermedia* en el Antártico, de mayor tamaño, y *B. m. breviceuda*, también conocida como ballena azul pigmea por su distintiva morfología y menor tamaño, distribuida en la zona sub antártica de los océanos Indico y Pacífico sur occidental (Ichihara 1966). Para la región del Atlántico norte, se han reportado animales desde San Cristóbal Panamá y las Islas de Cabo Verde, hasta donde se encuentran los témpanos de hielo. Pasan el verano desde el Golfo de St. Lawrence y la porción sur de Groenlandia, hacia el norte, por los límites de las zonas heladas; y en Islandia, en las Islas Británicas y en la porción sur de Noruega, hasta las costas de Spitsbergen y Murmansk, en Rusia (Leatherwood y Reeves 1983). Por otro lado, Evans (1997) menciona que esta especie es un visitante raro de las aguas dominicanas.

En el hemisferio sur, generalmente se encuentran al sur de los 40° S durante el verano y se mueven al norte, avanzando junto con el hielo en invierno, extendiendo su rango de distribución hasta Río Grande do Sul en Brasil, Ecuador y Sudáfrica y presentándose menos frecuentemente en Australia y Nueva Zelanda (Leatherwood y Reeves 1983). Además, se han registrado avistamientos y varamientos en el norte del Océano Índico, incluyendo el Mar Árabe y la Bahía de Bengala; por otro lado, se han reportado ejemplares al sur de Madagascar durante el verano (Leatherwood y Reeves 1983).

En el Pacífico norte las ballenas azules se distribuyen muy ampliamente, desde Kamchatka en Rusia, hasta el sur de Japón, en el occidente, y desde el Golfo de Alaska y California hacia el sur, al menos hasta Costa Rica en el oriente. Su distribución comprende ambientes pelágicos de aguas profundas (Wade y Friedrichsen 1979) y costeros sobre la plataforma continental (Calambokidis et al. 1990, Fiedler et al. 1998). Esta especie parece realizar movimientos estacionales en numerosos lugares.

Con base en registros históricos de la caza de ballenas y de avistamientos recientes se ha sugerido la existencia de al menos cinco subpoblaciones en el Pacífico norte (NMFS 1998): 1) al sur de Japón, virtualmente extinta; 2) al norte de Japón/Islas Kurils/Península de Kamchatka; 3) en las aguas adyacentes a las Islas Aleutianas, probablemente pasando el invierno en las aguas profundas al norte de Hawái; 4) el Golfo de Alaska oriental; 5) y California- México, posiblemente relacionadas con la agregación presente todo el año en el Pacífico Oriental Tropical.

La Comisión Ballenera Internacional (CBI) reconoce únicamente un stock de manejo para el Pacífico norte (Donovan 1991). En el Pacífico mexicano las ballenas azules se distribuyen en la costa occidental de la Península de Baja California y en el Golfo de California, principalmente de diciembre a abril (Rice 1974, Yochem y Leatherwood 1985); aunque algunas ballenas pueden permanecer durante todo el año (Leatherwood et al. 1982).

La distribución histórica de la ballena azul en aguas mexicanas debió ser muy similar a la actual ya que, aunque aquí también hubo caza comercial, ésta se realizó en sus áreas actuales de distribución, lo que indicaría que el efecto de esta actividad ocasionó la disminución del número de animales pero no produjo cambios en su distribución.

Macro clima.

La ballena azul es una especie pelágica que generalmente se distribuye sobre el límite de la plataforma continental y a lo largo de frentes o bordes de hielo, pero también se la puede encontrar en zonas profundas o hacia regiones costeras someras (Leatherwood y Reeves 1983). Dos ballenas azules fueron monitoreadas utilizando un dispositivo sísmico para fondo marino a 500 km fuera de la costa de Oregon (McDonald et al. 1994). Algunos animales se han observado a distancias de 1,300 a 2,800 km fuera de América Central, entre los 7° y 9° N de latitud.

Tipo de ambiente.

La distribución de la ballena azul abarca muy diversos ambientes considerando el gradiente de temperatura superficial del agua desde las zonas de reproducción en aguas subtropicales y templadas, hasta las aguas frías y polares en sus zonas de alimentación en los polos de ambos hemisferios. Es muy raro encontrarla en los trópicos (Tomilin 1957).

Hábitat.

Las ballenas azules se alimentan de kril, que generalmente se encuentra a profundidades menores a los 100 m (Leatherwood et al. 1988). Reilly y Thayer (1990) sugieren que las ballenas azules en las latitudes bajas, seleccionan hábitats que les permitan depredar sobre el kril, ya que se tienen registros de ejemplares en aguas relativamente frías y con surgencias, en las partes más productivas del Pacífico oriental tropical. En las aguas de Baja California suelen encontrarse estacionalmente, coincidiendo con los picos en primavera de mayores surgencias y producción biológica.

Historia de vida.

La ballena azul, como mamífero, es una especie vivípara y homeoterma, que regularmente se le encuentra sola o en pares. Las hembras paren una cría cada dos o tres años tras una

gestación aproximada de 11 meses. El ballenato es destetado, en promedio, a los 8 meses de edad cuando mide aproximadamente 15 m.

La ballena azul es una especie que se caracteriza por realizar migraciones desde las zonas de alimentación en altas latitudes, hasta sus áreas de reproducción. Al parecer los organismos que se presentan en el Golfo de California migran fuera de éste, al norte, a lo largo de la costa del Pacífico a finales de la primavera, dirigiéndose a la parte central y norte de California en junio. De acuerdo con Gendron (2002b), las hembras lactantes se encuentran geográficamente segregadas, prefiriendo las zonas costeras, mientras que el resto de los individuos se encuentran sobre y fuera de la plataforma continental, para realizar nuevamente una migración hacia el Golfo de California a finales del otoño. Esta misma autora reporta que el movimiento de la ballena azul desde el golfo hacia la costa occidental sigue el cambio estacional de la productividad planctónica alrededor de la península. Al parecer el golfo es una zona importante de nacimientos y crianza para la especie.

Relevancia de la especie.

Desde hace muchos años, la ballena azul ha sido importante para los seres humanos, y ha convivido con ellos, cumpliendo diferentes propósitos y adquiriendo diversos valores. Esta interacción, en ocasiones ha tenido consecuencias negativas para las ballenas, lo que las llevó al borde de la extinción en varias partes del mundo. Recientemente el valor de las ballenas para el hombre ha cambiado. Ahora las actividades que involucran a estos recursos, están motivadas principalmente por el interés en su conservación, tomando parte de un nuevo movimiento ambientalista en el ámbito mundial que muestra y genera nuevos valores con respecto a los ecosistemas y las especies que los habitan.

Valor estético y recreativo.

La migración de la ballena azul y su congregación en aguas frente a Loreto y La Paz, en el Golfo de California, tiene un enorme potencial turístico, pudiendo ser, como en el caso de ballena gris, uno de los espectáculos de la fauna silvestre más importantes del mundo.

Valor económico.

La ballena azul ha sido la especie de cetáceo más importante para el hemisferio sur desde un punto de vista económico, a raíz de la invención de los barcos factorías en 1909. Entre 1909 y 1947, la industria ballenera mundial tomó aproximadamente 300,000 ejemplares, 33% del total de las especies de ballenas que se capturaron durante el mismo período. La mayoría de las ballenas azules fueron capturadas en la Antártida y sólo 7% en otras regiones. En el hemisferio norte, las ballenas azules fueron cazadas en el Estrecho de Davis, en la porción occidental de Groenlandia, en las costas de Finlandia, Norte América, Japón y Corea, lo que llevó a la especie al borde de la extinción (Tomilin 1957).

Tamaño poblacional.

El tamaño poblacional a nivel mundial reportado por Carwardine (1995) es de 6,000-14,000. En el hemisferio sur su reducción hizo que pasara de más de 200,000 individuos en el siglo XIX a menos de 9,000 en 1960. En el Pacífico norte se estiman alrededor de 3,300 ejemplares, mientras que la mínima estimación del stock California/México es de 1,463 ballenas (Barlow et al. 1997). Leatherwood y Reeves (1983) estiman que para el Atlántico norte sólo

sobreviven unos cientos de animales, y Wynne y Schwartz (1999) reportan menos de 1,500 ejemplares. Particularmente para las aguas de Baja California, Gendron y Gerrodette (2004) reportan las primeras estimaciones de abundancia de la especie, con base en prospecciones aéreas llevados en el Golfo de California, y por mar a lo largo de la costa del Pacífico, encontrando 362 (CV=47.5%) y 576 (CV=37.8%) ballenas, respectivamente. De acuerdo a estos autores, estas primeras estimaciones de la abundancia de ballenas azules que pasan el invierno y primavera en esta zona, representan menos de la mitad del número estimado que hay en el verano fuera de California, sugiriendo por lo menos otra área invernal para la especie en el Pacífico nororiental. Por otro lado, Gendron y Gerrodette (2003) sugieren que el concepto de un sólo stock de California/México debe ser reexaminado con base en los movimientos de individuos encontrados entre el domo de Costa Rica y California.

Reclutamiento.

Gendron y Zavala (1995) reportan que para el periodo de 1993-1995, la tasa de reproducción anual (proporción de crías cada año) calculado para Baja California fue de 0.08 a 0.16, sin haber una diferencia significativa entre las tasas reportadas para el Golfo y la costa del Pacífico. Este resultado indica una tasa anual alta comparada con la de otros rorcuales, mientras que fue similar a las tasas precedidas por las capturas hechas por las estaciones balleneras de Alaska, entre 1924 y 1939.

Por su parte, Gendron y Enríquez-Paredes (2005) reportan que el Golfo de California es una zona importante de crianza, representando un hábitat importante de reclutamiento para las ballenas azules del Pacífico norte, en donde la tasa de producción anual de crías es del 8-22%.

Reproducción.

La edad de madurez física en ambos sexos se desconoce, sin embargo, los machos la alcanzan a los 24 m y las hembras a los 25 m. Por otro lado, la madurez sexual se alcanza entre los 5 y 15 años en ambos casos, a una longitud de 20-21 m en los machos y de 21-23 m en hembras. La época reproductiva de la ballena azul abarca del otoño al invierno y existe un intervalo de 2-3 años entre nacimientos (Yochem y Leatherwood 1985). Aún se desconocen muchos parámetros reproductivos para la especie; sin embargo, para el Golfo de California, Gendron y Enríquez-Paredes (2005) reportan que al contar con 23 recapturas fotográficas de diez individuos, observados como crías al inicio y a los que han podido darle seguimiento, se podrán determinar parámetros reproductivos importantes como la edad en la que un individuo se reproduce por primera vez, indicador demográfico crítico para poder determinar el estado de la población.

El período de gestación dura 10-11 meses, registrándose el máximo de nacimientos en otoño e invierno. Las crías miden al nacer entre 7 y 8 m y pesan 2,500 kg. Son amamantadas durante 8 meses, destetándose al alcanzar una longitud de 15 m. Durante este periodo ganan hasta 90 kg diarios (Leatherwood y Reeves 1983), aunque también se han reportado incrementos en peso diarios de 100 kg y aumentos diarios en longitud de 4.3 cm, ya que se observa que las crías crecen hasta 15 m durante los 8 meses de lactancia. Este crecimiento disminuye después de la lactancia y finaliza cuando llegan a la madurez física (Tomilin 1957).

Alimentación.

Durante el verano se alimenta de diferentes especies dependiendo del área geográfica. En el Pacífico norte sus principales presas consisten en kril: *Euphausia pacifica*, *Ysanoessa spinifera*, y *Nyctiphanes simplex* (Kawamura 1980, Yochem y Leatherwood 1985, Gendron 1990 y 1992, Sears 1990, Del Angel 1997, Fiedler et al. 1998). Aunque en algunos estómagos de ballenas azules se han encontrado una mezcla de eufótidós y copépodos o anfípodos (Nemoto 1957). Una excepción a su casi total dependencia a los eufótidós son las observaciones de ballenas azules alimentándose de langostilla *Pleuoncodes planipes* en las costas de Baja California (Rice 1974), aunque no se han corroborado con análisis posteriores (por ejemplo, de muestras fecales) (NMFS 1998). De acuerdo con Wynne y Schwartz (1999) pueden llegar a consumir alrededor de 4 toneladas por día durante el pico de la temporada de alimentación, mientras que Leatherwood y Reeves (1983) reportan hasta 8 ton diarias.

Con base en cámaras colocadas en ballenas azules en distintas localidades de California, Francis et al. (2001) encontraron que estos organismos se aproximan a sus presas por abajo, invirtiendo esta postura durante la alimentación. En particular para las aguas de Baja California, Gendron y Gerrodette (2001) reportan que las ballenas azules sí se alimentan en la zona durante el invierno y primavera, contrariamente al comportamiento típico de los misticetos en torno a la migración, cuando se alimentan en el verano en latitudes altas y muy poco o nada en las zonas de reproducción. Con base en marcas electrónicas que registran tiempo y profundidad (TDR), Croll et al. (1995) encontraron que durante la primavera de 1994, en la Bahía de La Paz, el principal alimento de la ballena azul y el rorcual común consistió en eufáusidos y que las ballenas bucean constante y directamente hacia profundidades de 100-150 m, en donde se concentra esta presa. Por otro lado, con base en un análisis de isótopos estables de C y N, Gendron et al. (2001) confirman el hábito estenófago de la especie, comportamiento igualmente observado con base en un estudio de heces fecales de ballena azul (Mejía y Gendron 2002). Estos últimos autores encontraron además que este rorcual se alimenta en el suroeste del Golfo de California durante el invierno-primavera, y que su dieta está constituida en un 100% de organismos juveniles y adultos de *Nyctiphanes simplex*, con longitud total promedio de 8.21 mm. Por otro lado, estos mismos autores encontraron una diferencia significativa entre el tamaño de la presa ingerida entre hembras lactantes e individuos solos, siendo las primeras las que consumen organismos de tallas más grandes.

Conducta.

Las ballenas azules generalmente se encuentran solas o en parejas, pero se pueden observar grupos de hasta 7 individuos. Generalmente los grupos más grandes se forman en aquellas zonas donde ocurre la alimentación (Tomilin 1957). En el Golfo de California la ballena azul tiene tendencia a nadar sola y formando pares y tríos, aunque también existen grupos más grandes, dominados por hembras (Martínez-Serrano et al. 2004).

Son ballenas muy rápidas, que pueden alcanzar hasta 30 km/hora, cuando se ven perseguidas, aunque generalmente se desplazan más despacio (Carwardine 1995). Pueden llegar a bucear hasta a 150 m de profundidad o más. Las ballenas azules salen a respirar entre 8 y 15 veces, a intervalos de 10-20 seg, buceando después por períodos de 3-20 min. Pueden llegar a sacar sus aletas caudales antes de realizar un buceo profundo (Wynne y Schwartz, 1999). El tamaño del soplo es generalmente alto y denso, alcanzando hasta los 9 m de altura.

Uso del hábitat.

Las ballenas azules usan las costas del Pacífico mexicano durante el período invernal para parir, cuidar a sus crías y alimentarse. Durante este tiempo las ballenas se mueven constantemente buscando concentraciones suficientes de eufáusidos, su principal alimento. De acuerdo con Gendron (2002b), la ballena azul se distribuye sobre y fuera de la plataforma continental de la costa occidental durante la mayor parte del año, mientras que en el interior del Golfo de California, se observa a la especie desde fin de otoño hasta la primavera, ausentándose el resto del año. Las hembras lactantes suelen preferir zonas costeras, a diferencia del resto de los individuos, quienes se encuentran tanto sobre como fuera de la plataforma continental.

Gendron y Enríquez-Paredes (2005) reportan que en el Golfo de California se han observado madres amamantando a sus crías y alimentándose ellas mismas de agregaciones de eufáusidos durante el invierno-primavera, haciendo un mayor uso de la zona, y presentando, a diferencia de los machos, tiempos más prolongados tanto de residencia como en tasa de retorno interanual.

Con base en análisis moleculares, al parecer existen 17 linajes maternos en por lo menos dos grupos divergentes, los cuales comparten el Golfo de California, temporal y espacialmente, y producen crías. Sin embargo, a pesar de que se desconoce si las crías nacen en el golfo, es evidente que esta región es usada como zona de crianza, convirtiéndose en un hábitat de reclutamiento importante para las ballenas azules del Pacífico norte (Gendron y Enríquez-Paredes 2005).

Ámbito hogareño.

Con base en censos y avistamientos se ha sugerido que la mayor parte de la población de ballenas azules del Pacífico norte pasa el verano fuera de las costas de California, mientras que en el invierno una porción de la población migra hacia el sur, hacia el Golfo de California (Gendron y Enríquez-Paredes 2005). De acuerdo con información de marcas satelitales, las ballenas azules pueden moverse hasta 400 km en siete días a lo largo de las costas de la Península de Baja California, presumiblemente en busca de alimento.

Categoría de riesgo: NOM-059-Semarnat-2001: sujeta a protección especial (Pr).

Otras categorías. UICN: en peligro (endangered). CITES: Apéndice I. CBI: Toda la zona del Pacífico norte está bajo la categoría de stock protegido (Protection Stock-PS). Endangered Species Act (ESA): en peligro (endangered). Marine Mammal Protection Act (MMPA): stock de California/México como reducida (depleted) y estratégica (strategic).

Factores de riesgo.

La ballena azul es el rorcual más grande y máspreciado, y fue el blanco perfecto de los balleneros modernos. Las principales cacerías se llevaron a cabo a finales de 1800 tanto en el Atlántico norte como en el Pacífico norte. Estos stocks disminuyeron drásticamente y a inicios de 1900 la principal cacería se ubicó en la Antártida, aunque varias estaciones terrestres seguían operando en distintas partes del mundo. Lo que se obtenía de la caza era únicamente la grasa y lo demás se desperdiciaba, aunque en 1946 la CBI ordenó que se utilizara la totalidad de las ballenas capturadas. En la década de 1930 resultaba evidente que los stocks de ballena azul habían sido sobreexplotados, lo que generó hacia la década de 1950

preocupación por parte de la CBI, pero no fue sino hasta 1965 que se realizó un acuerdo para evitar la captura de las ballenas azules.

En las costas del Pacífico en Estados Unidos hay evidencia de accidentes con embarcaciones que han causado la muerte de ballenas azules en 1980, 1986, 1987 y 1993 (Barlow et al. 1997). Varias ballenas azules han sido fotografiadas en California con grandes cicatrices en su superficie dorsal, aparentemente causadas por embarcaciones mayores (Barlow et al. 1997). El número promedio de ballenas azules muertas en California atribuidas a esta causa fue de 0.2/año para el período comprendido entre 1991-1995. A la fecha no se ha asociado la mortalidad de ballenas azules con la pesca con redes a la deriva. Se ha sugerido que el incremento en los niveles de ruido antropogénico que ocurren en todos los océanos puede tener un impacto negativo en el hábitat de estos animales, ya que se comunican con sonidos de baja frecuencia (Barlow et al. 1997).

Delfín común (*Delphinus delphis*) *

Descripción

El delfín común de rostro corto es delgado, tiene un cuerpo proporcionado, con un rostro moderadamente largo, así como una aleta dorsal alta y algo falcada y aletas pectorales largas. Los machos son aproximadamente un 5% más grandes que las hembras.

El patrón de coloración del delfín común de rostro corto es relativamente complejo. Toda la superficie dorsal, que comprende desde el melón hasta la porción posterior de la aleta dorsal es de color gris oscuro a negro. La coloración oscura del dorso se extiende hacia la porción ventral por los costados a la altura de la aleta dorsal, formando una "V", la cual termina formando un patrón cruzado como reloj de arena en los costados. El segmento anterior, denominado, parche torácico, va de una tonalidad gris clara a un amarillo dorado, contrastando notablemente con la coloración oscura del dorso. Por otro lado, el segmento posterior del patrón de reloj de arena, consiste en un gris que se difumina sobre el pedúnculo caudal. El ojo del delfín común de rostro corto presenta una mancha que es continua con una franja oscura que se extiende hacia delante y que se une con el borde negro de los labios. La superficie superior del rostro generalmente es de color blanco o gris, aunque la punta es oscura. Aunque la aleta dorsal de estos delfines es básicamente oscura, los adultos la suelen tener de color gris claro o blanco en el centro, estando rodeadas por un color más oscuro. Las aletas pectorales de esta especie son similares en color a la aleta dorsal y una franja oscura las conecta con la mandíbula inferior, adelgazándose notablemente en la parte anterior del ojo. En una vista ventral, estos animales son de color blanco. Esta coloración se extiende hacia delante, por arriba de la franja que va de las aletas pectorales hasta por debajo del ojo (Reeves et al., 2002).

La longitud máxima reportada para los machos adultos es de 172-201 cm y de 164-193 cm para las hembras, sin embargo una forma geográfica de la especie en el Pacífico Oriental tropical puede llegar a medir hasta 235 cm. Los machos son ligeramente más largos que las hembras y su peso es de hasta 200 kg (Perrin, 2002). Esta especie tiene alrededor de 41 a 54 pares de dientes en ambas mandíbulas, siendo la maxila la que generalmente tiene uno o dos pares más que en la mandíbula (Reeves et al., 2002).

Información sobre especies similares

El delfín común de rostro corto se puede confundir con el delfín común de rostro largo, sin embargo, la cabeza de esta última especie es más larga y angosta y el melón es menos redondeado y algo plano en perfil. En general la impresión total del delfín común de rostro largo es la de un animal mucho más delgado y alargado. La diferencia de color es muy sutil, sin embargo, el parche torácico en esta especie tiende a ser más oscuro y por lo tanto contrastar menos con el dorso oscuro. Por otro lado, el delfín común de rostro largo presenta una franja gris oscuro, que corre de la aleta pectoral al ano, separando el vientre blanco del segmento en forma de reloj de arena (Reeves et al., 2002).

La otra especie del género *Delphinus*, con la que se pudiera confundir el delfín común de rostro corto es *Delphinus tropicalis*, comúnmente llamado delfín común de Arabia o delfín común de Malabar, sin embargo esta especie se distingue del *D. delphis* debido a que suele tener un rostro aún más largo y con más dientes, incluso que del delfín común de rostro largo (Rice, 1998).

Otra especie con la cual se pudiera confundir el delfín común de rostro corto es el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), sin embargo se distingue de la primera porque esta especie presenta unas franjas que corren del ojo al ano y del ojo a la aleta pectoral, así como un blaze blanco presente en la región del hombro, y que son características distintivas del delfín listado.

Finalmente, el delfín de Clymene (*Stenella clymene*) se puede confundir fácilmente con el delfín común de rostro corto, sin embargo la coloración del primero es gris oscuro en el dorso y gris claro en los costados, además de que presenta una marcada caída o declive de la tonalidad gris oscura del dorso

por debajo de la aleta dorsal. La especie se caracteriza también por presentar una banda que corre del ojo a la aleta pectoral la cual es marcadamente más ancha al final de la aleta pectoral. Los labios y la punta del rostro son negros. En vista dorsal, el rostro está marcado por una banda negra que conecta la punta con el melón. Esta banda está bordeada en ambos lados por un blaze gris pálido o blanco. Aproximadamente a mitad de la banda oscura, una marca tipo bigote de color gris oscuro se presenta generalmente en los individuos (Reeves et al., 2002).

Distribución Actual Mundial

La distribución total del delfín común de rostro corto es incierta debido a confusión taxonómica del pasado. Esta especie se distribuye ampliamente pero discontinuamente en aguas cálidas y tropicales del Atlántico, Pacífico y probablemente del Océano Índico. El ámbito de distribución confirmado incluye la porción occidental del Atlántico Norte, desde Newfoundland hasta Florida. De acuerdo a Jefferson y Schito (1997) todos los reportes de especímenes y avistamientos de *Delphinus* sp. del Golfo de México están equivocados o son inaceptables. Por otro lado también se han reportado en el Atlántico nororiental, desde el Mar del Norte, al sur hasta Gabón, incluyendo el Mar Negro y Mediterráneo. También se distribuye en el Pacífico suroccidental, alrededor de Nueva Caledonia, Tasmania, y Nueva Zelanda, así como en la porción noroccidental del Pacífico, desde Honshu hasta Taiwán. Finalmente se le ha reportado también en las aguas tropicales y cálidas templadas del Pacífico oriental desde el sur de California, hacia el sur, llegando a Chile central y al oeste de los 135° W. Una especie del género *Delphinus* se ha observado en muchas partes del Océano Índico tropical y de la porción occidental del Pacífico (Rice, 1998).

La población que se distribuye en el Mar Negro se puede separar de la del Mediterráneo y Atlántico nororiental, la cual incluso se ha descrito como una subespecie endémica *D. d. ponticus* (Barabash, 1935; Barabash-Nikiforov, 1938; Kleinenberg, 1956; Heptner et al., 1976). Por otro lado, en el Pacífico nororiental existen tres poblaciones separadas por latitud, las cuales se pueden distinguir una de otra por la longitud y cráneo (Evans, 1982). Finalmente Perrin et al. (1995) reporta que existe una forma rara con un patrón de pigmentación diferente en varias áreas del Océano Atlántico y Pacífico.

Esta especie está presente en el Golfo de California, al sur de los 25° N (Mangels y Gerrodette, 1994; Urbán et al., 1997). Perrin et al. (1985) menciona que la distribución de la especie se ha dado más a detalle en el Pacífico Oriental tropical, en donde se han reconocido 4 stocks principales, el norteño, el central, el sureño y el Baja nerítico. Estos stocks están divididos por áreas en donde los avistamientos son comparativamente raros a pesar de que se ha realizado un gran esfuerzo de observación. Los avistamientos también se convierten en raros en aguas muy oceánicas y se considera que sólo el stock central se extiende tan lejos como los 140° W. En el Golfo de California y por fuera de las 100 millas náuticas de la costa occidental de Baja California, la forma Baja nerítica difiere de la forma que se encuentra en el stock principal del norte, en longitud, patrón de coloración y longitud del rostro. Al parecer también hay un stock fuera del sur de México, en parte del área del stock central, conocido como el stock Guerrero (Perrin et al., 1985).

Los registros de avistamientos recientes identificados positivamente como delfines comunes de rostro corto se localizan frente a las costas de Baja California y Baja California Sur en el Pacífico y en Baja California Sur, Sinaloa y Nayarit en el Golfo de California (Urbán, 1983; Pérez-Cortés et al., 2000), aunque Aguayo et al. (1986) reportaban a la especie viviendo en la costa occidental de la Península de Baja California y al sur del Golfo de California, desplazándose al interior del Golfo de California en invierno.

En el Golfo de México se han documentado tanto avistamientos como varamientos de delfines comunes, sin embargo en varios museos se albergan cráneos de *Delphinus*, sin embargo ya han sido reidentificados como del género *Stenella*. Probablemente exista el mismo tipo de errores con los avistamientos, correspondiendo básicamente al delfín de Clymene (*S. clymene*), y no a delfines comunes. Además, al parecer ningún avistamiento de delfines comunes se realizó entre 1980s y 1990s en la porción norte del Golfo de México (Ward et al., 2000).

El delfín común de rostro corto se ha documentado solamente en 15 ocasiones en el Golfo de México. Uno de esos corresponde a un varamiento en Texas, mientras que el resto son avistamientos, de los cuales muchos deben estar erróneos (Jefferson et al., 1992). Algunos observadores del Instituto Nacional de Pesca han documentado por lo menos dos avistamientos de delfines comunes en invierno en 1995 al sur del golfo, sin embargo no se ha confirmado esto (Würsig et al., 2000). En el Caribe se ha reportado a la especie en la porción suroriental en 1983 (Ward et al., 2000). Se cree que la distribución histórica de la especie en México es similar a la actual.

Hábitat

En el Pacífico Oriental tropical, el delfín común de rostro corto ocupa primariamente hábitats modificados por surgencias, con menos características tropicales que las masas de aguas circundantes. Perrin et al. (1985) reporta que para el manejo de la mortalidad incidental en la

pesca del atún se han separado los stocks del norte, centro y sur, que están asociados con áreas distintas de surgencias.

La distribución del delfín común de rostro corto está asociada con áreas productivas de convergencia y divergencia, así como con áreas en donde hay intrusión de agua cálida hacia regiones frías (Mignucci, 1998).

Sin embargo, para la costa occidental de la Península de Baja California, Valles (1998) encontró que esta especie se encuentra en un área fuera de la costa, con aguas menos productivas, profundas y con una mayor concentración de fitopigmentos.

Macroclima

El delfín común de rostro corto se llega a avistar tanto en aguas oceánicas, como sobre el borde de la plataforma continental, así como en áreas con un alto relieve del fondo (como bajos) del Atlántico y Pacífico (Reeves et al., 2002). Leatherwood y Reeves (1983) y Carwardine (1995) reportan a la especie en aguas de menos de 180 m de profundidad.

El delfín común de rostro corto es estrechamente simpátrico con el delfín común de rostro largo en algunas aguas costeras, grupos de ambas especies se pueden observar en la misma zona el mismo día. Sin embargo, *D. delphis* suele preferir aguas menos someras y cálidas y generalmente se encuentra más lejos de la costa (Perrin, 2002).

Tipo de ambiente

Esta especie muestra una gran afinidad por aguas cálidas y salinas. Al parecer en el Pacífico nororiental el delfín común de rostro corto cambia su distribución hacia el norte, durante años con agua más caliente (Reeves et al., 2002). Leatherwood y Reeves (1983) y Carwardine (1995) reportan a la especie en aguas con temperaturas superficiales de 10o a 27.8o C

Uso de hábitat

El delfín común de rostro corto, como mamífero, es una especie vivípara y homeoterma, que al parecer en el Pacífico nororiental cambia su distribución hacia el norte, durante años con agua más caliente (Reeves et al., 2002). Forney y Barlow (1998) reporta que para la población del Pacífico Nororiental existe un cambio estacional e interanual en la abundancia, sugiriendo esto migraciones que varían de acuerdo a las condiciones oceanográficas. Dichos movimientos van de norte a sur y de cerca de lejos de la costa.

En el Pacífico mexicano, Aguayo et al. (1986) y Valles (1998) reportan a la especie viviendo en la costa occidental de la Península de Baja California y al sur del Golfo de California, desplazándose al interior del Golfo de California en invierno. Por su parte, Gallo (1991) los grupos de *D. delphis* son más numerosos en verano y otoño en el Golfo de California.

Estrategia trófica

La presa principal del delfín común de rostro corto es el calamar y peces pequeños como anchoas, merluza, eperlano de fondo y peces linterna. Por lo menos al sur de California su rutina alimenticia está ligada a la migración vertical nocturna de las presas. Al localizar la fuente de alimento los delfines se dispersan formando grupos pequeños al final del día,

anticipándose al ascenso de la presa durante las horas de la tarde. Tras realizar buceos profundos en la noche, los grupos de delfines dejan de alimentarse al empezar el día. El resto del día es para descansar y socializar (Reeves et al., 2002).

Debido a que esta especie vive en una amplia gama de hábitats, se alimentan de una gran variedad de presas, incluyendo peces pequeños mesopelágicos y calamares de grandes profundidades, así como de peces epipelágicos como pequeños de la familia Scombridae, Clupeidae y calamares (Evans, 1994; Ohizumi et al., 1998); y al parecer varía su dieta estacionalmente así como regionalmente (Evans, 1994). Por su parte, Perrin (2002) reporta que estos delfines pueden llegar a bajar hasta 200 m de profundidad en busca de alimento. Leatherwood et al. (1988) mencionan que pueden bajar hasta por lo menos 280 m permaneciendo sumergidos hasta 8 min.

Biología de poblaciones

Leatherwood et al. (1988) reportan para la porción central y sur de California y Baja California una estimación conservadora de aproximadamente 10,000 a 15,000 animales.

Valles (1998) reportó una abundancia estimada y un coeficiente de variación de delfines comunes de rostro corto de 55,960 (0.67) para febrero y de 84,607 (0.36) para junio en la costa oeste de Baja California.

A pesar de que varios delfines de esta especie mueren aún cada año por la pesca de cerco del atún, recientes estimaciones en la abundancia del Pacífico Oriental tropical dan como resultado un total de 3 millones de ejemplares, divididos entre tres poblaciones (Reeves et al., 2002).

Al parecer hay por lo menos 10,000 delfines comunes de rostro corto sobre la plataforma continental y en sus límites fuera de las costas orientales de Estados Unidos. En las Islas Británicas y Francia se calculan aproximadamente 100,000 ejemplares, así como cientos de miles fuera de la costa occidental de Norte América (Reeves et al., 2002).

Comportamiento

El delfín común de rostro corto tiende a congregarse en grupos de cientos o miles, aunque generalmente los grupos están formados por 30 animales o menos (Evans, 1994). Se ha observado que existe cierta integridad temporal entre los grupos de delfines observados con base en medidas de cráneo y patrón de coloración y probablemente exista un tipo de segregación entre los grupos, en cuando a edad y sexo (Perrin, 2002).

Esta especie se caracteriza por navegar las olas formadas por las embarcaciones y son muy activos en la superficie (Reeves et al., 2002). Se trata también de una especie acrobática, por lo que es común observarla saltando fuera del agua verticalmente, cayendo con todo el cuerpo. Por otro lado también pueden navegar junto a grupos de ballenas piloto (*Globicephala* spp.) y otros delfines (*Lagenorhynchus* spp) (Perrin, 2002).

Ámbito hogareño

No se conocen claramente los límites de distribución de la especie debido a que su en el pasado se le ha confundido con el delfín común de rostro largo. Reeves et al. (2002) reportan el movimiento de un animal radio marcado que navegó 270 millas náuticas en 10 días.

Reproducción

La actividad reproductiva del delfín común de rostro corto en aguas tropicales es no estacional, sin embargo en las latitudes altas existen picos en los nacimientos, ocurriendo éstos a finales de primavera o principios de verano (Reeves et al., 2002).

Las hembras alcanzan la edad de madurez sexual entre los 2 y 4 años en el Mar Negro y entre los 6 y 7 años en el Pacífico Oriental, mientras que los machos lo hacen entre los 3 y 7 a 12, respectivamente (Perrin, 2002).

Perrin y Reilly (1984) mencionan que para el Mar Negro, el periodo de gestación dura entre 10 y 11 meses, con una longitud al nacer de 80-90 cm. Reeves et al. (2002) reporta un periodo de lactancia de por lo menos 10 meses, mientras que Perrin (2002) menciona que en el Mar Negro el destete se presenta entre los 5 y 6 meses, aunque posiblemente se de más tarde en otras áreas. El intervalo entre nacimientos varía de 1 año, en el Mar Negro, a 3, en el Pacífico Oriental. El intervalo entre nacimientos es de por lo menos 2 años (Perrin, 2002).

Fecundidad

La tasa anual de embarazo durante 1936 y 1946 se estimó en un 75% para el Mar Negro, y de 46.4% en 1949. En el caso de todos los stocks del Pacífico Oriental tropical, esta tasa anual de embarazo se estima en 37.8% (Perrin y Reilly, 1984).

Estado de conservación

NOM-059-SEMARNAT-2001 Pr sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr sujeta a protección especial CITES Apéndice II.

Delfín de Fraser (*Lagenodelphis hosei*)

Descripción

Los adultos miden 2.5 m de longitud, siendo los machos probablemente más grandes que las hembras. La longitud al nacer es de 1 m.

El delfín de Fraser es una especie robusta con un rostro corto y unas aletas dorsales y pectorales proporcionalmente pequeñas. La aleta dorsal delgada es usualmente falcada aunque el margen posterior puede ser vertical o incluso convexo en algunos animales. Las aletas pectorales son puntiagudas.

El patrón de coloración del delfín de Fraser es complejo, son gris azulados en el dorso y blancos o rosados en el vientre. Presentan una franja ancha en el costado que varía en cuanto a su definición. La banda oscura está bordeada por arriba y debajo por franjas paralelas de color crema. Tanto los apéndices como la parte superior del rostro son oscuros (Leatherwood et al., 1988).

Información sobre especies similares

De acuerdo a Leatherwood et al. (1988), el delfín de Fraser se puede confundir por sus franjas laterales con el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), sin embargo las dos especies se pueden distinguir debido a que el delfín listado presenta varias franjas negras y angostas, mientras que el delfín de Fraser cuenta con sólo una franja ancha, oscura del rostro y ojo hacia el área del ano y una franja clara de la mandíbula hacia la aleta pectoral. En el delfín de Fraser el rostro es extremadamente corto, mientras que en el delfín listado es largo. El cuerpo del delfín de Fraser es robusto, particularmente anterior a la aleta dorsal y sus aletas pectorales son pequeñas, oscuras y con colores más claros a los lados. Por su parte, el delfín listado tiene un cuerpo delgado, con unas aletas pectorales largas y más claras en la parte dorsal. Finalmente la aleta dorsal del delfín de Fraser es pequeña, delgada, ligeramente falcada y usualmente puntiaguda, mientras que la del delfín listado es más alta, larga en la base y falcada.

Cuando se encuentra un ejemplar varado éste se puede distinguir por su coloración, por su rostro corto y apéndices pequeños y por su forma robusta. Esta especie presenta de 34-44 dientes en cada lado de la mandíbula y maxila (Leatherwood et al., 1988).

Distribución

El delfín de Fraser es pantropical, su rango de distribución en el Pacífico Oriental probablemente coincida con la distribución del delfín tornillo (*Stenella longirostris*) (Leatherwood et al., 1988). Se encuentra en todas las aguas templadas y tropicales del mundo (Ward y Schwartz, 1999). Carwardine (1995) menciona que parece ser más común cerca del ecuador en el Pacífico Oriental Tropical y en el extremo meridional del estrecho de Bohol, Filipinas. Hay registros también en Japón y Taiwán y la especie se ha reportado en menor número en Australia.

En el Atlántico hay registros desde el sur de Florida (Caldwell y Caldwell, 1983), el Banco de Puerto Rico (Mignucci et al., 1999), las Antillas Menores, incluyendo Dominica e Isla San Vicente y las Granadinas (Caldwell et al., 1976; Ward et al., 2000), y en el Golfo de México (Würsig et al., 2000). Carwardine (1995) menciona que parece ser relativamente escaso en el océano Atlántico, ya que sólo se conoce en las Antillas menores y el Golfo de México. Puede ir de una parte a otra del océano Índico, aunque sólo se dispone de observaciones seguras en la costa este de Sudáfrica, Madagascar, Sri Lanka e Indonesia. Se tiene el registro de un varamiento en Francia, aunque probablemente debió ser de un grupo errático.

Regiones Marinas Prioritarias: R.B. Archipiélago Revillagigedo No endémica

En el Pacífico mexicano se tienen dos registros cerca del Archipiélago Revillagigedo (Aguayo y Urbán, 1981), y Aguayo y Sánchez (1987). Reportan avistamientos de la especie en aguas del Pacífico mexicano. En el Pacífico Oriental Tropical se le ha observado con una distribución amplia y permanente (Perrin et al., 1994).

En el Golfo de México se ha reportado a la especie pero en el norte, en territorio estadounidense (Ward et al., 2000).

Pérez-Cortés (2000) menciona que no se han recuperado ejemplares de las costas de los Estados del Noroeste de México, sin embargo, se le ha observado en la Zona Económica Exclusiva que corresponde a esa región del país por observadores a bordo de la flota atunera

mexicana del Programa nacional de Aprovechamiento del Atún y Protección de los delfines que además registran algunos lances de pesca sobre delfines de esta especie.

Se cree que la distribución histórica de la especie en México es similar a la actual.

Hábitat

El delfín de Fraser es una especie pelágica y tropical que evita las aguas someras y costeras (Wynne y Schwartz (1999).

Macroclima

El delfín de Fraser es una especie oceánica. Los análisis de sus presas sugieren que es una especie que bucea a grandes profundidades, cazando en aguas de por lo menos 250-500 m de profundidad (Watkins et al., 1994). Suele aparecer en aguas cercanas a la costa pero solamente en torno a islas oceánicas y en áreas de plataforma continental estrecha. En Filipinas, Indonesia, las Antillas Menores se puede observar a la especie cerca de la costa a 100 m debido a que las aguas oceánicas llegan a rodear estas Islas (Dolar, 2002). Este mismo autor menciona que en el Pacífico Oriental tropical se le puede observar a por lo menos 15 km lejos de la costa y en el mar abierto a 45-110 km de la costa, en donde las profundidades alcanzan entre 1500 y 2500 m de profundidad. En el Mar Sulu, Filipinas, la mayoría de los avistamientos ocurren en aguas que tienen de 500 a más de 5000 m de profundidad. En el Golfo de México los avistamientos han tenido lugar a 1000 m de profundidad.

Tipo de ambiente

Esta especie se encuentra en aguas tropicales y raramente en aguas templadas (Pérez-Cortés, 2000).

Estrategia trófica

Al parecer el delfín de Fraser se alimenta de peces mesopelágicos, camarones y calamares en el Pacífico Oriental. En otras regiones se pueden alimentar en la superficie y de organismos bentónicos (Klinowska, 1991).

Dolar (2002) reporta que en el Pacífico Oriental tropical y en el Mar Sulu, los peces que consume el delfín de Fraser pertenecen a la familia Myctophidae y Chauliodontidae, mientras que los crustáceos pertenecen a la familia Opolophoridae. Por el contrario, no se ha reportado a los cefalópodos como presa de esta especie en el Pacífico, sin embargo sí representan una cantidad significativa en la dieta de estos animales en el Mar Sulu. En el Pacífico se pudieran estar alimentando a dos niveles, el más superficial a no menos de 250 m y el más profundo a no menos de 500 m, mientras que en el Mar Sulu lo hacen aparentemente cerca de la superficie hasta a 600 m, de profundidad.

Biología de poblaciones

Tamaño poblacional

Klinowska (1991) reporta una estimación máxima para el Pacífico Oriental tropical de 136,000 animales, aunque al parecer es una sobre-estimación debido a que la densidad de los

grupos fueron extrapolados a la reportada para los delfines tornillo (*Stenella longirostris*). No hay estimaciones para ninguna otra parte del mundo.

Comportamiento

Los grupos que se han registrado contienen entre 100 y 1,000 individuos, sin embargo también se han observado grupos pequeños de 4 animales (Leatherwood et al., 1988; Klinowska, 1991).

El delfín de Fraser es una especie que bucea a grandes profundidades y son muy rápidos al nadar, generalmente sacando agua al romper la superficie del agua con la cabeza cuando salen a respirar. Suelen saltar fuera del agua, sin embargo no es una especie tan acrobática como otros delfines pelágicos. En el Pacífico generalmente son tímidos y difíciles de aproximar (Leatherwood et al., 1988).

De acuerdo a Leatherwood et al. (1988) y Dolar (2002) algunas veces se ha observado al delfín de Fraser junto con grupos de delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*), así como de orcas falsas (*Pseudorca crassidens*), calderón pigmeo (*Peponocephala electra*), calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), delfín de Risso (*Grampus griseus*), tursiones (*Tursiops truncatus*) cachalotes (*Physeter macrocephalus*), delfines listados (*Stenella coeruleoalba*) y delfines tornillo (*Stenella longirostris*).

Reproducción

Los machos sexualmente maduros que se han medido oscilan entre los 2.31 m y 2.64 m de longitud, mientras que las hembras andan entre los 2.06 y 2.64 m de largo. La cría más pequeña registrada fue de 0.95 m y el feto más grande de 1.10 m, lo cual sugiere que al nacer miden 1 m de longitud (Klinowska, 1991).

Wynne y Schwartz (1999) mencionan que se cree que estos animales alcanzan la madurez sexual a los 7-8 años. Por otro lado, Dolar (2002) reporta que con base en un grupo de 108 animales capturados en Japón encontraron que los machos alcanzan la madurez sexual entre los 7 y 10 años (220-230 cm) y las hembras entre los 5 y 8 años de edad (210-220 cm de longitud). La tasa de ovulación anual es de 0.49 y el periodo de gestación es de 12.5 meses. El intervalo entre crías es de aproximadamente 2 años y al parecer en Japón el pico de crías ocurre en primavera y otoño. Algunos muestreos realizados en Sudáfrica revelan que los nacimientos ocurren en verano con una longitud al nacer estimada de 100- 110 cm.

Proporción sexual

Dolar (2002) reporta que con base en un grupo de 108 animales capturados en Japón había una proporción de 1:1 entre machos y hembras.

Estado de conservación

NOM-059-SEMARNAT-2001 (Pr) sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 (Pr) sujeta a protección especial CITES, Apéndice II.

Megaptera novaeangliae

Ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*)



Descripción de la especie.

El tamaño de las ballenas jorobadas varía de acuerdo con las diferentes áreas geográficas. En promedio su longitud oscila entre los 13 y 14 m (Clapham 1996), aunque el tamaño máximo registrado ha sido de 18 m para un organismo en la Antártida y de 16 m para un ejemplar del Pacífico norte (Tomilin 1957). En promedio las hembras suelen ser de 1 a 1.5 m más grandes que los machos (Chittleborough 1965). Esta especie presenta un cuerpo más robusto, con menos pliegues gulo-ventrales (14-35) y presentan de 270 a 440 barbas de color negro-grisáceo a cada lado de la mandíbula, las cuales son intermedias en tamaño (65-70 cm), en relación a las de los otros misticetos.

Todas las ballenas jorobadas son negras en el dorso, mientras que la coloración del vientre va desde el negro hasta el casi blanco (Mathews 1937, Pike 1957). De acuerdo con Rosebaum et al. (1995), la coloración blanca del vientre llega incluso a alcanzar los flancos del cuerpo en individuos de algunas poblaciones. Por otro lado, la aleta dorsal de la ballena jorobada es muy variable en cuanto a su forma y tamaño, ya que hay organismos que presentan aletas bajas y redondeadas, mientras que otros tienen aletas altas y falcadas (Clapham y Mayo 1990, Clapham y Mead 1999).

La ballena jorobada se distingue de los otros miembros de su familia por tener unas aletas pectorales extraordinariamente largas (que le dan su nombre genérico), las cuales llegan a medir hasta 5.0 m, es decir, pueden abarcar cerca de un tercio del tamaño del cuerpo (True 1904). La cara ventral de las aletas pectorales es de color blanco, mientras que en el dorso van del color negro al blanco (True 1904, Herman y Antinoja 1977). La cara ventral de la aleta caudal también varía considerablemente en cuanto a coloración, habiendo varias combinaciones de blanco y negro, y este patrón, junto con la forma del margen posterior de la aleta, ha sido la base para la realización de varios estudios de foto identificación de la especie a largo plazo (Katona y Krauss 1970).

Distribución histórica estimada.

La ballena jorobada es una especie cosmopolita, por lo que se encuentra en todos los océanos. En el Atlántico norte, la ballena jorobada se alimenta durante el verano en el Golfo de Maine, en el Golfo de San Lorenzo, en Newfoundland, en Labrador, en Groenlandia, en Islandia y en Noruega, para después migrar, en el invierno, a un área común de reproducción, localizada en

las Indias Occidentales (Katona y Beard 1990). Al parecer, actualmente las áreas de reproducción para esta especie, ubicadas en la porción suroriental del Caribe y en las islas Cabo Verde, ya no son tan utilizadas como antes. En el hemisferio sur, la ballena jorobada se alimenta en las aguas circumpolares de Antártida, para después migrar hacia aguas tropicales en el norte para la reproducción (Clapham 2002). En el Pacífico norte se alimenta durante el verano en el Mar de Bering, el Golfo de Alaska, el Mar de Chukchi, el Mar de Okhotsk y hacia el sur hasta la Isla Honshu en Japón, así como también en Punta Concepción, California, EE.UU. En el invierno, durante la época de reproducción, suele concentrarse en tres áreas diferentes: el Pacífico noroccidental (Taiwán e Islas Bonin, Ryukyu y Marianas); el Pacífico central (Hawai) y el Pacífico nororiental (costa occidental de México y hasta Costa Rica) (Rice 1974, Johnson y Wolman 1984, Natural Marine Fisheries Series 1991, Steiger et al. 1991).

Microclima.

La ballena jorobada se encuentra comúnmente en aguas costeras y/o sobre la plataforma continental, aunque frecuentemente viaja atravesando aguas profundas durante sus migraciones (Clapham y Mattila 1990), Dawbin 1966, Reeves et al. 2002). Se puede llegar a observar a la especie alimentándose cerca de bajos.

Tipo de ambiente.

La ballena jorobada es altamente migratoria. Se alimenta en el verano en aguas de latitud media y alta, sobre aguas frías y polares, mientras que en el invierno se aparea y tiene a sus crías en aguas tropicales y subtropicales de aproximadamente 25°C (Dawbin 1966; Lockyer y Brown 1981), generalmente concentradas alrededor de islas y sistemas arrecifales.

Hábitat.

El hábitat típico de las ballenas jorobadas en México, durante el invierno, abarca la franja costera de la porción occidental de la Península de Baja California, desde Isla Cedros, hasta Loreto, en la porción oriental de la Península. Su hábitat también comprende la costa occidental de México, desde Mazatlán, Sinaloa, hasta el Istmo de Tehuantepec, incluyendo las aguas aledañas a las Islas Isabel y Marías, al igual que el Archipiélago de Revillagigedo, que comprende las Islas Socorro, Clarión, Roca Partida y San Benedicto. La última zona de distribución de esta especie se encuentra en la región de las grandes islas del Golfo de California.

Los factores determinantes para la distribución de esta especie radican en la composición del grupo (Villavicencio 2000), así como en la extensión de la plataforma continental (Dawbin 1966, Glockner y Ferrari 1984, Baker 1985). En Bahía de Banderas, los grupos con cría se distribuyen en profundidades menores a los 100 m, a distancias de 1-4 km de la costa, probablemente a que en estas zonas las hembras encuentran mejores condiciones para el amamantamiento de sus crías, manteniéndolas lejos de fuertes corrientes profundas, al igual que del ataque de posibles depredadores. Los grupos de machos en competencia, parejas, solitarios y cantores se presentan alrededor de los 10 km de la costa. Las agrupaciones de cantores y parejas se distribuyen en zonas con profundidades de 500-1,000 m, mientras que los animales solitarios únicamente se encuentran en aguas con más de 1,000 m de profundidad (Ladrón de Guevara 1995). En general el sitio preferencial de las ballenas en esta bahía se localiza en la parte norte y noroeste (Ladrón de Guevara 1995).

En Isla Socorro, los grupos con cría se ubican en promedio a 200 m de distancia de la costa y en aguas con profundidades de 50 m, mientras que los que no tienen crías, lo hacen también en promedio a 1,000 m fuera de la costa (Campos 1989, Salas 1993). Al parecer, la distribución de los cantores tiene que ver con las condiciones idóneas para la emisión y propagación del canto. En Bahía de Banderas se encuentran más lejos de la costa, en zonas con pendientes suaves y fondos arenosos. Por el contrario, Campos Ramos (1989) y Salinas et al. (1991) mencionan que en Isla Socorro, los cantores se distribuyen cerca de la costa, en donde hay pendientes pronunciadas y fondos rocosos.

La distribución de grupos de cortejo, parejas y solitarios que se observa en México y Hawái, abarca intervalos más amplios en relación con la costa y la profundidad. Glockner y Ferrari (1990) y Ladrón de Guevara (1995) mencionan que esto puede verse afectado por el incremento de las actividades humanas que se llevan a cabo en dichas zonas.

Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.

Las zonas de reproducción, principalmente Los Cabos y Bahía de Banderas, se han visto afectadas en los últimos años debido al incremento de turistas que llegan a dichas zonas para observar a estos organismos.

Antecedentes del estado de la especie, o de las poblaciones principales.

Las primeras investigaciones para conocer el tamaño poblacional de la ballena jorobada del Pacífico nororiental surgieron después de que la Comisión Ballenera Internacional prohibió de la captura de la especie.

Rice (1974) fue quien reconoció la existencia de tres agregaciones invernales en el Pacífico mexicano: el de la costa occidental de Baja California, desde Isla Cedros, B.C. hasta Isla San José, B.C.S.; el de la costa occidental de México, desde el sur de Sonora hasta Jalisco; y el del Archipiélago de Revillagigedo, y logró determinar, además, que la población se encontraba muy reducida, contándose únicamente 102 ballenas en todo el Pacífico mexicano.

Los estudios de foto identificación de la especie a finales de la década de 1970, en las zonas de reproducción como en las de alimentación, han revelado que a pesar de la distancia entre dichas zonas, las ballenas jorobadas pueden pertenecer a una sola población, habiendo un intercambio de individuos entre las zonas de alimentación y reproducción (Darling y Jurazs 1983, Urbán et al. 1997a, Steiger et al. 1991, Darling y Cerchio 1993, Darling y Mori 1993, Calambokidis et al. 1996 y Darling et al. 1996).

En 1982 se iniciaron los estudios sobre dicha especie en México, generándose así información acerca de su distribución espacial y temporal, de su abundancia en el Pacífico mexicano. Estos trabajos aportaron información relevante sobre las áreas de concentración existentes en el invierno y el tiempo de permanencia de la especie en estas áreas (Aguayo et al. 1985 y Urbán 1982, Urbán y Aguayo 1982, 1986, 1987a, Urbán et al. 1983, Aguayo et al. 1985, Álvarez 1987, Campos 1989, Salinas-Vargas 2000). Por otro lado, otros trabajos han aportado información acerca de su comportamiento reproductivo (Jacobsen y Cerchio 2002; Cerchio et al. 2002), de la determinación de los destinos migratorios México/California Central (Urbán et al. 1987a, Urbán et al. 2001); de la relación entre las dos principales agregaciones de ballenas jorobadas en el Pacífico durante la temporada de reproducción (Aguayo et al. 1993, Ladrón de Guevara 1995, Medrano et al. 1993, Salinas -Zacaría 2000); del registro de asociaciones de ballenas

jorobadas con diferentes especies de cetáceos (Aguayo et al. 1985); así como de los roles de ambos sexos en agrupaciones sociales (Medrano et al. 1994); sobre identificación y diferenciación de los sexos de la especie (Medrano et al. 1994, 2000); y la dispersión diferencial de estos en los destinos migratorios en el Pacífico Norte (González 2003) y la identidad poblacional de las ballenas jorobadas congregadas en Baja California Sur (González 2006).

A nivel conductual se han hecho estudios para determinar la utilidad de las canciones emitidas por los machos de la especie en las agregaciones reproductivas de las aguas del Pacífico mexicano (Zacarías et al. 2003) así como la documentación del comportamiento de la especie a través del uso de fotografía aérea con papalotes (Frey et al. 2004). Otras técnicas recientes para estudiar a la especie involucran el análisis de isótopos estables de C y N (Romero 2005), ácidos grasos (Nolasco et al. 2002, López 2005) y la diversidad del DNA mitocondrial (Medrano 2003).

Por otro lado, en relación con la creación, digitalización y unificación de datos y catálogos de foto identificación de la ballena jorobada, se pueden mencionar los trabajos de Frisch (2003), Rodríguez y Lugo (2003) y Mizroch y González (2004) así como la labor conjunta de nueve países, que comprende la integración de toda la información recopilada de las ballenas jorobadas en todo el Pacífico norte del 2004 al 2007, para entender su estructura poblacional, para evaluar su estatus, y para detectar las tendencias del impacto de las actividades humanas en esta población (Mattila y Urbán 2004).

Finalmente, con base en los efectos de las actividades del hombre en las ballenas jorobadas se pueden citar los trabajos de Marín et al. (2003) acerca de los varamientos atendidos en Nayarit y el de Rodríguez et al. (2004) acerca del rescate de una ballena jorobada enmallada en el área de Bahía de Banderas.

Historia de vida.

La ballena jorobada, como mamífero, es una especie vivípara y homeoterma, que se caracteriza por su larga migración desde las zonas de alimentación en altas latitudes con aguas frías y templadas desde Alaska hasta California Central, hasta sus áreas de reproducción y crianza en las costas mexicanas. En el Pacífico nororiental, llega hasta Costa Rica (Rice 1974, Darling y McSweeney 1985, Urbán y Aguayo 1987a, Steiger y Calambokidis 1991), y se han documentado movimientos migratorios de más de 8,000 km en una sola dirección (Palsboll et al. 1997).

Las áreas de reproducción invernal en el Pacífico oriental tropical se componen de las aguas aledañas a la costa continental del Pacífico mexicano, desde el extremo sur de la Península de Baja California, hasta el Golfo de Tehuantepec y las aguas del Archipiélago de Revillagigedo (Calambokidis et al. 1998), desplazándose así más de 10,000 km en el viaje redondo que efectúa entre sus áreas de alimentación y de reproducción.

En la parte sur de la Península de Baja California (de Bahía Magdalena en la costa occidental, hasta la Bahía de La Paz en el Golfo de California), se concentran ballenas que llegan a inicios de diciembre, provenientes de sus zonas de alimentación y que permanecen en esta región al menos hasta finales de marzo. Además, ahí también se congregan las ballenas que provienen de la costa continental de México (de Bahía de Banderas, compartida por Jalisco y Nayarit, y de Chamela, Isla Isabel e Isla Tres Marías, que corresponden a Nayarit), y que durante su viaje

de regreso al norte, pasan un tiempo en las aguas circundantes a la porción sur de la península (Urbán 2001).

Durante la migración se observa una segregación temporal entre los animales. El inicio de la migración de las hembras maduras esta más estrechamente relacionado con su estado reproductivo que con su edad o tamaño (Ladrón de Guevara 2001). Las primeras en llegar en el verano a las zonas de alimentación son las hembras preñadas, seguidas por hembras y machos jóvenes. Les siguen las hembras y machos maduros, llegando hasta el final las hembras con sus crías. Estas ultimas son las primeras en migrar de regreso a las zonas de reproducción en el invierno, seguidas por hembras y machos jóvenes, machos maduros, las hembras en descanso y las hembras preñadas (Dawbin 1966).

Relevancia de la especie.

La ballena jorobada es una de las especies de cetáceos más acrobáticas que hay. Por esto, por sus hábitos costeros y por su tendencia ocasional de aproximarse a las embarcaciones, es una de las especies de cetáceos más conocida. Actualmente miles de ballenas han sido foto identificadas con base en los patrones de coloración de sus aletas caudales, aportando así valiosa información sobre su biología y comportamiento.

En años recientes se ha observado un incremento en el número de turistas que arriban a las zonas de reproducción de la ballena jorobada en nuestro país para observarla. Esto ocurre principalmente en Los Cabos y en Bahía de Banderas; sin embargo, se ha observado que esta industria turística tiene un impacto negativo en el comportamiento de esta especie (Ladrón de Guevara 2001).

Tamaño poblacional.

Se calcula que la población mundial de ballenas jorobadas antes de su caza comercial era de 125,000 individuos. En 1984 se estimó que no existían más de 10,000 a 12,000 ballenas (Braham 1984), es decir, cerca del 10% del total original (NMFS 1991, Urbán et al. 1999).

Se estima que en el Pacífico norte existieron entre 15,000 y 20,000 ballenas jorobadas antes de su explotación (Rice 1978) y tras la prohibición de su captura en 1966, las estimaciones de la abundancia de ballenas jorobadas en esta zona oscilaban entre los 1,400 y 1,200 ejemplares (Gambell 1976, Johnson y Wolman 1984, respectivamente). Calambokidis et al. (1997) determinaron una abundancia total de ballenas jorobadas de poco mas de 8,000 organismos en todo el Pacífico norte, la cual incluye las agregaciones invernales del Pacífico mexicano (2,700), junto con las invernales de Hawái (5,000) y Japón (500), mostrándose así una recuperación de la población, aunque no a los niveles previos al inicio de su explotación.

Fecundidad.

La mayoría de las hembras conciben después del destete de la cría, lo que permite un nacimiento cada dos años. Sin embargo, una hembra puede concebir al año siguiente lo que da lugar a un ciclo de tres años, o bien puede quedar preñada inmediatamente después del parto, lo que produce un ciclo de un año. Esto puede deberse a la pérdida de una cría después del parto (dos preñeces en un año con una sola cría viva) o siendo exitosa la concepción y teniendo dos crías en dos años (Chittleborough 1957, Leatherwood y Reeves 1983, Glockner y

Ferrari 1984, Watson 1985, Winn y Reichley 1985, Baker et al. 1987, Clapham y Mayo 1987, Straley 1994, Clapham 1995).

En las zonas de reproducción de ballena jorobada, particularmente en Revillagigedo, el intervalo promedio de reproducción es de 2.1 años (Salas Rodarte 1993). Aunque el ciclo reproductivo considerado como común es de dos años, el número de nacimientos en intervalos de un año es alto (Chittleborough 1958, Glockner y Ferrari 1990, Salas 1993), probablemente como respuesta poblacional a la sobreexplotación de la especie. Una causa directa de los intervalos de reproducción de un año es la de un período de alimentación extenso y abundante que permite que las hembras almacenen más energía para la reproducción (Lockyer y Brown 1981). Las hembras de 9 a 14 años de edad pueden parir una cría cada año. La edad a la cual ocurre la ovulación posparto es entre los 10 y 36 años. Esta ovulación es un evento común en las hembras de esta especie, pero sólo una proporción de ellas puede tener períodos de preñez anual. Los animales de un tamaño mayor pueden almacenar mayor cantidad de grasa, permitiéndoles así reproducirse cada año.

Tasa de crecimiento.

Las hembras fértiles de mayor edad son mejores para atrapar las presas, incrementando así su posibilidad de tener ciclos reproductivos anuales (Straley 1994). Ya que la madurez sexual de las jorobadas es relativamente tardía y no pueden reproducirse más de una vez al año, las tasas de reproducción poblacionales son bajas y eso impide que las poblaciones se recuperen más rápido. Las tasas de reproducción de la jorobada varían en todo el mundo, probablemente como respuesta a los distintos niveles de explotación comercial, ya que en el caso del Pacífico, estos fueron mayores que en el Atlántico después de 1900 (Winn y Reichley 1985). Estimaciones de la tasa de reproducción en Hawái son de 7.2%, 9.1% y 9.6% crías/total de individuos (Herman y Antinoja 1977, Baker et al. 1987). En México, particularmente en Bahía de Banderas, esta tasa de reproducción es de 8.4%, mientras que para Socorro es de 9.9% (Salas 1993). Para el caso del Atlántico se tiene un valor promedio de 7.8% (Whitehead 1982).

Reclutamiento.

La madurez sexual de las jorobadas es relativamente tardía y al no poder reproducirse más de una vez al año, las tasas de reproducción poblacionales son bajas, lo que impide así la recuperación rápida de la población. Las tasas de reproducción de la jorobada varían en todo el mundo, quizás debido a las distintas formas de responder a la explotación comercial, la cual fue mayor en el Pacífico que en el Atlántico, después del año 1900 (Winn y Reichley 1985). Las estimaciones obtenidas sobre la tasa de reproducción en Hawai es de 7.2%, 9.1% y 9.6% crías/total de individuos (Herman y Antinoja 1977, Baker et al. 1987). En México, para Bahía de Banderas la tasa es de 8.4% y para Isla Socorro, en El Archipiélago de Revillagigedo es de 9.9% (Salas 1993).

Reproducción.

La madurez sexual inicia entre los 4 y 6 años cuando alcanzan un tamaño promedio de 11.6 m los machos y 12.1 m las hembras (Matthews 1937, Nishiwaki 1959, Clapham y Mayo 1987, 1990). Con base en la caza de esta especie en California, se estima que la madurez física la alcanzan los machos a una longitud promedio de 13.5 m y las hembras a 14.5 m (NMFS, 1991), cuando tienen 6 años de edad (Chittleborough 1959, 1965, Clapham y Mayo 1990). El periodo

de gestación abarca de 10 a 12 meses. Las crías recién nacidas miden, en promedio, 4.1 m y pesan de 1,300 a 1,400 kg. La lactancia dura de 6 a 11 meses y la cría mide de 8 a 9 m al destete (Nishiwaki 1959, Rice 1963). El intervalo de partos es de 2.4 años en promedio (Clapham y Mayo 1987).

El sistema de apareamiento de esta especie se describe como poliginia por dominancia entre machos y se sugiere que existe un continuo conductual durante la migración entre las zonas de alimentación y las de reproducción (Brown y Corkeron 1995). De esta forma, se presenta una competencia directa entre machos lo cual conlleva a obtener relaciones de dominancia y éxito reproductivo diferencial entre los machos de la población (Mobley y Herman 1985, Brown y Corkeron 1995).

De acuerdo con Clapham (1996), la ballena jorobada se aparea bajo un sistema similar a un sistema de lek, una poliginia por dominancia entre machos, sin una monopolización de recursos ni de múltiples hembras, tampoco se observa un cuidado parental, mientras que sí se muestran despliegues conductuales de los machos, como el canto, así como competencia directa de ellos por el acceso a las hembras en estro.

Fenología.

Para la reproducción, las ballenas jorobadas necesitan de aguas con temperaturas aproximadas a los 25°C, las cuales están ubicadas en zonas costeras y en ambientes tropicales. De acuerdo con Dawbin (1966) la notoria disminución en la duración del día es lo que juega un papel fundamental en el desencadenamiento de la migración. Las hembras lactantes abandonan la zona de alimentación cuando la duración promedio del día es de 8.5 horas (en los 60° S), mientras que las hembras preñadas comienzan la migración cuando dicha duración es de 6.5 horas. Sin embargo, Day (1992) menciona que la señal para que las jorobadas abandonen las aguas polares y se dirijan hacia las zonas tropicales radica en el decremento de la temperatura del agua, relacionando la migración con el tamaño corporal de los organismos. De esta manera, los primeros individuos en abandonar las zonas norteafricanas de alimentación son las ballenas más jóvenes, acompañadas de sus madres, y las últimas en partir son las hembras preñadas. Esto ocurre debido a que al presentar estas últimas un tamaño mayor y una superficie corporal menor en relación a su volumen, pierden calor más lentamente, volviéndose menos sensibles a la disminución de la temperatura que marca la culminación del verano.

De acuerdo al trabajo de Ladrón de Guevara (2001) durante las temporadas de 1989-1996 en Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco e Isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, la abundancia relativa anual de las ballenas jorobadas cambió en relación con las variaciones de la temperatura superficial del mar. La preferencia de las hembras por aguas con temperaturas aproximadas a los 25°C para parir a sus crías incluye en la distribución de otras clases de sexo y estado reproductivo. En Bahía de Banderas, la abundancia relativa anual de los rorcuales se mantuvo en niveles similares, aún cuando la variación de la temperatura superficial del mar fue mayor comparada con la presente en Isla Socorro, al parecer debido al gran recambio de animales que se presentó entre las costas de Jalisco, Nayarit, Sinaloa y Baja California. En Isla Socorro, la temperatura superficial del mar fluctuó poco y la abundancia relativa varió menos aún que en Bahía de Banderas, por lo que se observó una mayor sensibilidad por parte de las ballenas jorobadas a los cambios en la temperatura del mar, ocasionando su permanencia en las aguas adyacentes a Isla Socorro la mayor parte de la temporada reproductiva, con un recambio menor de animales entre las islas del Archipiélago

de Revillagigedo. Finalmente el desplazamiento al sur de la corriente de California durante la manifestación de eventos La Niña, influyó de manera directa en la distribución de los rorcuales jorobados, los cuales se desplazaron de los Cabos hacia la Bahía de Banderas, siendo más notorio en el evento La Niña de 1989, cuando hubo un considerable aumento de rorcuales jorobados en la Bahía de Banderas y un decremento en Los Cabos. La mayor densidad de animales se presentó cuando la temperatura del mar fue cercana a los 25°C y fueron menos tolerantes a variaciones por arriba de los 25°C (Ladrón de Guevara 2001).

Alimentación.

Durante el verano la ballena jorobada se alimenta de diferentes especies dependiendo del área geográfica. En el Pacífico norte sus principales presas consisten en kril: *Euphausia pacifica*, *ysanoessa spinifera*, *T. raschii* y *Nyctiphanes simplex* (Nemoto 1957, Gendron y Urbán 1993); y cardúmenes de peces pequeños: *Clupea harengus*, *Engraulis mordax*, *Mallotus villosus*, *eragra chalcogramma*, *Pleurogrammus monopterygius*, *Ammodytes hexapterus*, *Gadus macrocephalus* y *Eleginus gracillis*, entre los principales (Nemoto 1957, Rice 1963). Romero (2005) reporta que las zonas de alimentación para la ballena jorobada son California Oregon y Washington, el Golfo de Alaska, Prince William Sound, Alaska suroriental y las Islas Aleutianas. Además, con base en el estudio de isótopos estables de C y N, esta misma autora encontró que algunas ballenas jorobadas se alimentan principalmente de peces, en su mayoría capelín y otros como la macarela, la anchoa y el arenque, en latitudes altas y lejos de la costa (Islas Aleutianas, Prince William Sound y el centro del Golfo de Alaska), mientras que otras se alimentan en latitudes más bajas y más próximas a la costa (California- Oregon y Washington), en donde la fuente alimenticia más abundante son los eufáusidos.

Por otro lado, con base en el análisis del contenido calórico, la composición de ácidos grasos y la histología del tejido subcutáneo de cuatro ballenas jorobadas de la Bahía de Banderas y de tres de Isla Socorro, López (2005) encontró que la composición de ácidos grasos deriva de distintas dietas provenientes, a su vez, de distintas zonas de alimentación. Particularmente las ballenas jorobadas, que pasan el invierno en Bahía de Banderas, se alimentan en California y Alaska, mientras que las que llegan a reproducirse a las Islas Revillagigedo, lo hacen en algún lugar cercano a las costas de Alaska.

Conducta.

Las ballenas jorobadas se desplazan solas o en grupos de tres a cuatro individuos, sin embargo, en las temporadas de alimentación o de reproducción se pueden observar hasta 15 animales juntos. La velocidad de nado en promedio es de 8km/h, fluctuando entre los 4 y 14 km/h y alcanzan- do hasta los 27 km/h, especialmente si el individuo se encuentra herido o es perseguido. Los animales solitarios son los que suelen alcanzar las velocidades máximas de nado a diferencia de los que se encuentran formando grupos y las hembras con crías son las que suelen desplazarse más lento (Tomilin 1957, Leatherwood et al. 1982). Esta especie realiza buceos de 5 a 7 min de duración, aunque han llegado a registrarse inmersiones de hasta media hora y los patrones de buceo suelen cambiar según la zona en la que se encuentren los individuos. En las zonas de alimentación suelen respirar de 4 a 8 veces antes de realizar un buceo profundo, mientras que en las zonas de reproducción solo la hacen de 2 a 4 veces (Leatherwood et al. 1983). Es común observar que previo al buceo profundo, la ballena jorobada arquee el dorso lo más posible, culminando con la exposición de la aleta caudal. El soplo se caracteriza por ser angosto en su base y ancho en la parte superior con respecto a su altura, la cual alcanza entre los 2.5 a 5 m (Tomilin 1957).

Durante la época reproductora las ballenas jorobadas se comportan de cierta manera, exhibiendo movimientos en los cuales se observan frotándose, recargándose o golpeándose unos a otros con la parte de la cabeza, con las aletas pectorales o bien con la aleta caudal. Otra característica de los machos en estas circunstancias es la de inflar parte de la garganta y la boca, manteniéndose sobre la superficie en posición más horizontal que vertical, aparentemente mostrando un mayor tamaño a los machos competidores. Las ballenas jorobadas también han sido observadas nadando con la parte ventral hacia arriba o girando en el agua. Otro comportamiento común es ver a los individuos golpeando el agua a manera de latigazos con la aleta caudal o con las pectorales. Existen conductas agresivas entre machos, básicamente en la época de reproducción, incluyendo algunos despliegues de amenaza dirigidos hacia las embarcaciones presentes en las zonas de crianza. Los grupos de ballenas son más activos que los solitarios y generalmente cuando se observa gran actividad en la superficie se trata de un grupo de una hembra con varios machos compitiendo por ella (Herman y Antinoya 1977, Darling 1983, Glockner y Venus 1983, Tyack y Whitehead 1983, Winn y Reichley 1985, Perry et al. 1988).

En general, se puede decir que la ballena jorobada es una de las especies más dinámicas que existen ya que se le puede observar saltando fuera del agua mostrando la mitad del cuerpo o su totalidad, dejando en el agua solamente la aleta caudal y en algunas ocasiones llegan a girar en el aire antes de caer al agua. Este tipo de conducta predomina sobre todo en la época de reproducción (Whitehead 1985). La conducta principal por la que es conocida la ballena jorobada son las vocalizaciones de los machos compuestas por sonidos graves y agudos como gritos, chirridos, lamentos, llantos y gemidos dispuestos en secuencias complejas llamadas canciones. Estas canciones, emitidas durante la época de reproducción, son modificadas continuamente a lo largo del tiempo y estos mismos cambios son transmitidos entre los machos de la misma población (Payne y McVay 1971, Winn y Winn 1978). Mattila et al. (1987) y Straley (1990) reportan que parte de estas canciones suelen ser emitidas al concluir la temporada de alimentación, o bien durante la migración (Clapham y Mattila 1990). Investigaciones realizadas en Alaska durante la época de alimentación indican que las canciones emitidas en este momento son similares a las registradas en Hawái y México, aunque suelen ser más breves (McSweeney et al. 1989). De acuerdo con Tyack (1981); Darling (1983); Tyack y Whitehead (1983); Baker y Herman (1984) la actividad de canto en la temporada de reproducción es determinante para el éxito reproductivo de los machos de las ballenas jorobadas.

Las ballenas jorobadas, como las otras grandes ballenas, tiene pocos depredadores naturales. Katona et al. (1988) informan que cerca del 14% de las ballenas jorobadas foto identificadas en el Atlántico noroccidental presentan cicatrices producto de mordidas de orcas. Whitehead (1987) describe dos ataques de orcas en Newfoundland. Finalmente, Glockner y Ferrari (1990) y NMFS (1991) especulan sobre la posibilidad de ataques de orcas falsas (*Pseudorca crassidens*) con base en las cicatrices en las aletas de varios ballenatos en Hawái.

Uso de hábitat.

La migración de las ballenas jorobadas hacia las zonas de alimentación muestra diferencias en cuanto a las clases de sexo y edad. Las hembras preñadas son las primeras en arribar, seguidas por las hembras y machos jóvenes, por las hembras y machos maduros, y finalmente por las hembras que se encuentran lactando con sus crías. Estas últimas son las primeras en migrar hacia las zonas de reproducción, seguidas por las hembras y los machos jóvenes, por

los machos maduros, las hembras en anestro y finalmente por las hembras preñadas (Dawbin 1966). González (2003) menciona que, en general, las ballenas de las zonas de reproducción del Pacífico mexicano muestran preferencia por la zona de alimentación de California-Oregon y Washington, a pesar de presentar recapturas con las demás zonas de alimentación del Pacífico norte, y que los machos de las zonas de reproducción del Pacífico mexicano muestran una mayor dispersión entre las zonas de alimentación del Pacífico norte, exhibiendo así una menor fidelidad a sus destinos de alimentación con respecto a las hembras.

La filopatría migratoria de estos organismos se establece aparentemente por el aprendizaje de las crías al permanecer su primer año de vida con sus madres, completando así con ellas todo el ciclo migratorio. De acuerdo con Dawbin (1966), Baker et al. (1986) y Clapham y Mayo (1987), la fidelidad es más marcada hacia las zonas de alimentación.

Estudios recientes indican que en la región de Baja California durante el invierno se congregan ballenas jorobadas provenientes de diferentes zonas de alimentación, como California-Oregon y Washington, el Golfo de Alaska, Prince William Sound, Alaska suroriental y las Islas Aleutianas o aguas circundantes a ellas, siendo los individuos que se agregan en las Aleutianas y Mar de Bering los que migran a Baja California durante el invierno (Romero 2005). Por otro lado, con base en el análisis del contenido calórico, la composición de ácidos grasos y la histología del tejido subcutáneo de cuatro ballenas jorobadas de la Bahía de Banderas y de tres de Isla Socorro, López (2005) encontró que las ballenas jorobadas que pasan el invierno en la Bahía de Banderas provienen de California y Alaska, mientras que las ballenas que llegan a reproducirse a las Islas Revillagigedo, se alimentan en algún lugar cercano a las costas de Alaska.

Finalmente, González (2006) encontró que las ballenas jorobadas que llegan en invierno a las costas de Baja California Sur presentan una residencia más breve que las ballenas que llegan a las otras dos congregaciones del Pacífico mexicano (Archipiélago de Revillagigedo y costa continental de México). Existe un recambio más intenso de ballenas en Baja California Sur, en donde algunos individuos utilizan la zona como destino migratorio, mientras que otros lo usan como área de tránsito durante su viaje hacia las zonas de alimentación. Por otro lado, esta misma autora encontró una diferencia en la frecuencia de los patrones de coloración de las ballenas que visitan Baja California Sur con respecto a la que presentan las ballenas en sus zonas de alimentación. Esto indica que Baja California Sur es una zona en donde ocurre una mezcla de ballenas que provienen de las diferentes zonas de alimentación. Además, aquí también se presenta una mayor frecuencia de mordeduras de orcas, en comparación con todas las zonas de alimentación conocidas, lo cual indica que los ataques ocurren básicamente en las zonas de reproducción.

Las ballenas que llegan a reproducirse a Baja California Sur presentan la más alta diversidad de haplotipos de todo el Pacífico norte, y provienen de distintas zonas de alimentación, como las Islas Shumagin y Kodiak, las costas de Oregon y aguas oceánicas frente a la costa de la Columbia Británica, por lo que las aguas de Baja California Sur, representan una zona de reproducción importante para las ballenas jorobadas de ambos lados de las altas latitudes del Océano Pacífico Norte (González 2006).

Ámbito hogareño.

La ballena jorobada se caracteriza por su larga migración desde las zonas de alimentación en altas latitudes con aguas frías y templadas frías desde Alaska hasta California central, hasta

sus áreas de reproducción y crianza en las costas mexicanas. En el Pacífico nororiental, las ballenas jorobadas llegan hasta Costa Rica (Rice 1974, Darling y McScweeney 1985, Urbán y Aguayo 1987a, Steiger et al. 1991). Palsboll et al. (1997) han documentado movimientos migratorios de más de 8,000 km en una sola dirección.

Las áreas de reproducción invernal en el Pacífico oriental tropical se componen de las aguas aledañas a la costa continental del Pacífico mexicano, desde el extremo sur de la Península de Baja California hasta el Golfo de Tehuantepec, y de las aguas del Archipiélago de Revillagigedo (Calambokidis et al. 1998). La ballena jorobada se desplaza entonces más de 10,000 km en el viaje redondo que efectúa entre sus áreas de alimentación y de reproducción.

Categoría de riesgo NOM-059-Semarnat-2001: sujeta a protección especial (Pr).

Otras clasificaciones. UICN: vulnerable (vulnerable). CITES: Apéndice I. CBI: toda la región del Pacífico Norte está bajo la categoría de stock protegido (Protection Stock-PS).

Factores de riesgo.

La ballena jorobada se convirtió en el blanco favorito para la industria ballenera a finales del siglo XIX con la introducción de arpones montados en cañones ocasionando así que sus poblaciones se vieran diezmadas (Mackintosh 1965). El stock del Pacífico nororiental fue explotado en distintas ocasiones durante la primera mitad del siglo XX, culminando con el agotamiento comercial de esta población por parte de los canadienses en las costas de la Columbia Británica (Gregg et al. 2000), por los norteamericanos en las costas de California central (Clapham et al. 1997), y por la caza oceánica en el Golfo de Alaska y Mar de Bering en las décadas de 1950 y 1960, por parte de balleneros rusos y en menor magnitud por la acción de los japoneses (Rice 1978, Doronshenko 2000).

En 1995, la Comisión Ballenera Internacional prohibió su captura comercial en el Atlántico norte y fue la segunda ballena en ser protegida a nivel mundial (Katona 1991). En 1963 la misma CBI prohibió definitivamente su captura en el hemisferio sur debido a la sobreexplotación a la que se vio sometida (de 100,000 a menos de 5,000 individuos), extendiéndose esta protección a las poblaciones del Pacífico norte en 1966 (Darling 1983, Winn y Reichley 1985). Actualmente, todas las poblaciones de esta especie se encuentran bajo la clasificación de “stocks protegidos” por la CBI, reconociendo que la especie se encuentra a un 10% o menos de los niveles de su rendimiento máximo sustentable (IWC 1995).

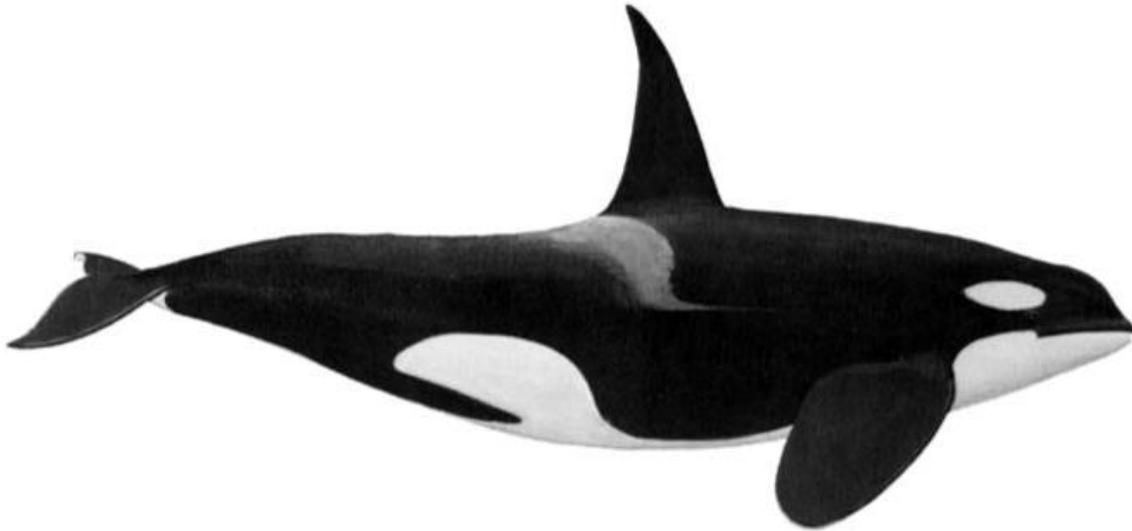
Con base en los datos obtenidos de las bitácoras de capturas, la población original de ballena jorobada en el Pacífico norte, estimada originalmente en 15,000 ejemplares, fue disminuida drásticamente, llegando a los 1,400 individuos a finales de 1960 (Gambell 1975). La investigación de la ballena jorobada se incrementó a nivel mundial entre las décadas de 1980 y 1990, con la finalidad de establecer las bases que llevaran al desarrollo de un programa de conservación. Las últimas estimaciones han revelado que esta población se está recuperando debido a los esfuerzos de protección logrados a nivel mundial.

Por ser una especie costera, la ballena jorobada es vulnerable a la contaminación de dichas zonas, al tráfico de embarcaciones, a quedar atrapadas en material pesquero y a otro tipo de actividades humanas costeras (Klinowska 1991). Otro peligro potencial es el creciente interés turístico que hay sobre la especie, particularmente en las zonas de crianza y alimentación, sin embargo, al parecer, las ballenas se han acostumbrado a los visitantes curiosos (Watkins

1986). Actualmente, el factor de riesgo potencial o en incremento para las ballenas jorobadas que visitan las zonas de reproducción en aguas mexicanas tiene que ver con el incremento de este tipo de actividad.

Orcinus orca

Orca (Orcinus orca)



Descripción de la especie.

La orca es el delfínido más grande que existe y es de los cetáceos más robustos. Los machos llegan a medir entre 8 y 9 m de longitud, pesando entre 8 y 9 toneladas. Alrededor de los 20 años, su aleta dorsal, de aproximadamente 190 cm de alto, deja de crecer, y generalmente presenta una forma triangular, de ahí que en algunas regiones del noroeste de México estos animales sean conocidos como machetes. Comparativamente, las hembras alcanzan una talla de entre 7 y 8 m (con un máximo registrado de 8.5 m), y un peso de alrededor de 6 y 7 ton, aunque en promedio pesan 4 ton. La aleta dorsal de las hembras alcanza únicamente los 90 cm de altura y es más falcada que la de los machos, lo que ocasiona confusión en el campo a la hora de distinguir a las hembras adultas con los machos jóvenes (Klinowska 1991, Ford et al. 1994).

Las aletas pectorales de la orca son muy grandes, anchas, ovaladas y redondeadas en sus extremos y contrastan drásticamente con la forma puntiaguda de las pectorales de otros delfínidos. Se encuentran ubicadas aproximadamente a un cuarto de la distancia del rostro hacia la aleta caudal y su longitud puede llegar a abarcar 20% de la longitud total de los machos y entre 11-13% en el caso de las hembras (Eschricht 1866). El ancho total de la aleta caudal de las orcas puede abarcar más de un quinto de la longitud corporal en ambos sexos (Nishiwaki 1972) y los extremos de esta se doblan ventralmente en los machos cuando son adultos (Klinowska 1991, Ford et al. 1994).

Dentro de los cetáceos, esta especie presenta un patrón de pigmentación muy particular, lo cual facilita su identificación en el campo. Son completamente negros en el dorso y su vientre es blanco. Este color corre desde la punta de la mandíbula hasta la región urogenital. A la

altura de las aletas pectorales se vuelve más angosta y después de pasar el ombligo, se ramifica hacia ambos costados y por arriba de la zona urogenital. Ventralmente se puede distinguir el sexo de cada individuo, ya que la coloración blanca en los machos es más alargada y en las hembras se aprecian una mancha oscura, a cada lado de la abertura genital, ubicando las glándulas mamarias (Ford et al. 1994). Las orcas presentan una mancha ocular blanca por arriba y detrás de los ojos y la porción ventral de la aleta caudal también es de coloración blanca. Esta especie presenta una zona grisácea detrás de la aleta dorsal llamada silla de montar, la cual varía en forma, tamaño y cantidad de pigmento (Heyning y Dahlheim 1988). Este patrón de coloración típico es general para la especie, sin embargo, hay variaciones a nivel poblacional e individual.

Las orcas muestran una asimetría craneal similar a otros delfínidos, pero el cráneo de un adulto de esta especie se distingue fácilmente de otros delfínidos por su gran tamaño, (con una longitud cóndilo basal de 100 cm), su fórmula dentaria y sus grandes dientes (Dahlheim y Heyning 1998). La porción rostral del cráneo es ancha y alargada; las premaxilas son estrechas y aplanadas, abarcando menos del 50% del ancho del rostro (medidas justo anteriormente de las escotaduras anteorbitales), y el borde lateral de la premaxila es sutilmente más sigmoidea y ancha distalmente. Los pterigoides están ampliamente separados y los dientes están antero posteriormente comprimidos en las raíces. Las coronas de los mismos son recurvadas y se presentan entre 10 y 13 dientes en cada hilera de las maxilas y mandíbulas. La fórmula dentaria comúnmente registrada es de 10-12/10-12 aunque se han reportado animales hasta con 14 dientes en cada hilera. Tanto los alvéolos de la mandíbula como de la maxila son profundos, en donde se insertan aproximadamente dos tercios de cada diente; el diente de un animal adulto puede llegar a alcanzar los 13 cm de largo (Dahlheim y Heyning 1998). El complejo formado por el hueso timpánico y periótico (bula timpánica) de la especie se caracteriza por carecer una quilla ventral, un cierre del foramen elíptico y los procesos perióticos masivos anterior y posterior (Dahlheim y Heyning 1998). La fosa temporal es muy visible, indicando un músculo temporalis grande y fuerte para cerrar la mandíbula. El rostro de la orca es cónico, con un hocico claramente obtuso (Matkin y Leatherwood 1986).

Distribución histórica estimada.

La orca es el mamífero marino de distribución más amplia en el mundo (Jefferson et al. 1993, Dahlheim y Heyning 1998). Es una especie cosmopolita, que se encuentra desde los hielos polares hasta las regiones ecuatoriales (Leatherwood y Reeves 1983, Klinowska 1991), aunque son más abundantes en hábitats costeros y en las altas latitudes (Dahlheim y Heyning 1999). Su presencia se ha documentado tan al norte como en los mares de Chukchi y Beaufort, en el Océano Ártico. En el Océano Pacífico oriental se distribuyen en la porción oriental del Mar de Bering, cerca de las Islas Aleutianas, al sur de la Península de Alaska y aguas circundantes a la Isla Kodiak (Dahlheim y Heyning 1998). También se encuentra en la región sur central de Alaska, en Prince William Sound (Braham y Dahlheim 1982) y frecuentemente son avistadas en la región suroriental de Alaska (Scheer 1967, Dahlheim et al. 1997), así como en las zonas intra costeras de la Columbia Británica, Canadá y Washington (Bigg et al. 1987; Osborne et al. 1988). Hay diversos avistamientos a lo largo de Washington, Oregon y California (Black et al. 1993); en ambas costas de la Península de Baja California (Dahlheim et al. 1982, Guerrero- Ruiz et al. 1998); la porción oceánica del Pacífico tropical (Dahlheim et al. 1982), el Golfo de Panamá y las Islas Galápagos (Dahlheim y Heyning 1998). En el Pacífico noroccidental, las orcas son frecuentemente avistadas a lo largo de la costa soviética en el Mar de Bering, el Mar de Okhotsk, en el mar de Japón y a lo largo de la porción oriental de Sakhalin y las Islas Kuril (Tomilin 1957). Hay varios registros también en China y Japón. Por otro lado,

la información referente al Pacífico central es escasa; se ha reportado a la especie en Hawái, aunque no parece ser abundante en esta región (Dahlheim y Heyning 1998).

Esta especie presenta una distribución amplia en el Atlántico norte, (Reeves y Mitchell 1988b, Hammond y Lockyer 1988). Se puede encontrar fuera de Groenlandia, Islandia y en el Mar de Barents y el Mar Blanco (Heide-Jørgensen 1988, Sigurjónsson et al. 1988, Tomilin 1957). Otros autores han reportado a la especie en Noruega, las Islas Faroe, Inglaterra, Irlanda, Dinamarca, Holanda, Bélgica y Francia (Christensen 1988, Lien et al. 1988, Lyrholm 1988, Oien 1988, Bloch y Lockyer 1988, Evans 1988). Por otro lado, se cuentan con pocos avistamientos en el área del Mediterráneo, así como en África Occidental. En el Atlántico noroccidental, la presencia de la especie se ha registrado en las Islas Bafin, en Lancaster Sound (Reeves y Mitchell 1988a), y al sur, a lo largo de la costa oriental de Canadá y Estados Unidos (Katona et al. 1988, Lien et al. 1988, Reeves y Mitchell 1988a). En el Golfo de México la considera una especie poco común, por lo menos a lo largo de la plataforma continental (O'Sullivan y Mullin 1997) y Moore (1953) ha reportado varios avistamientos en Miami. En el Caribe se han llegado a observar orcas irregularmente, habiéndose reportado en las Bahamas, Islas Caimán, Cuba, República Dominicana, Santa Lucía, San Vicente y las Grenadinas, además de Puerto Rico, las Islas Vírgenes y Trinidad y Tobago (Backus 1961, Mignucci-Giovanni 1989 Ward et al. 1999).

En el hemisferio sur, las orcas son vistas comúnmente fuera de Australia y Nueva Zelanda (Dalheim y Heyning 1998). Algunos avistamientos esporádicos han sido reportados en Ecuador y Perú y al parecer son muy abundantes en las costas chilenas (Aguayo 1975), mientras que fuera de Uruguay son poco comunes. En el Atlántico sur, las orcas son observadas constantemente en las Islas Shetland del Sur y Orkneys (Gaskin 1968), así como fuera de Sudáfrica, aunque la frecuencia de avistamientos tiende a disminuir al subir al norte de la costa de África (Dalheim y Heyning 1998). La orca también está ampliamente distribuida al sur del Atlántico, en las aguas adyacentes a Antártica (Budylenko 1981). En esta última región se han reportado tan al sur como el Mar de Ross y a lo largo del conjunto de hielo a través de las aguas antárticas (Berzin y Vladimirov 1983, Kasamat- su et al. 1987). Finalmente, la especie se ha registrado también en el Océano Índico (Best y Ross 1977), en las Islas Crozet (Guinet 1988), y en las Islas Kerguelen (Robineau 1989).

Localización geográfica histórica.

En el Pacífico norte se han observado orcas desde los 35° N por debajo de los 5° S; entre los 7°-14° N/127°-139° W, así como dentro de la banda que corre entre el ecuador y los 5° N de las Islas Galápagos hasta los 115° W.

Distribución actual, con poblaciones aún presentes.

En el Pacífico, no son abundantes, pero no es raro observarlas. Guerrero-Ruiz et al. (2002) ha recopilado más de 200 avistamientos en el Pacífico mexicano, desde 1858 hasta el 2001. Sin embargo, su distribución y movimientos han sido mejor estudiados en el Golfo de California. Guerrero-Ruiz et al. (1998) han encontrado que la orca está presente en esta cuenca durante todo el año y que existen al menos cuatro comunidades que temporalmente habitan en ese mar, las cuales se mueven hacia el Pacífico norte, debido a que algunos individuos han sido observados en aguas de California, Baja California y Baja California Sur. El catálogo fotográfico compilado por Black y colaboradores (1997) incluye 57 orcas identificadas en el noroeste de México.

Los avistamientos de esta especie en el Golfo de México han sido más frecuentes en los últimos años, mientras que nueve registros confiables fueron documentados antes de 1990, y otros 14 se sumaron desde entonces, básicamente en la parte noroeste del golfo (Wursig et al. 2000). La pausa que existe entre estos avistamientos y los varamientos en la región indican que las orcas son relativamente raras en esta área (Jefferson et al. 1992). Los registros de varamientos en el Golfo de México son pocos y pobremente documentados, incluyen un posible varamiento de la línea de costa al norte de Cuba, un registro no verificado en el sur de Texas, EE.UU. y tres registros en la costa del golfo de Florida, EE.UU.

Microclima.

Habita aguas tanto costeras como oceánicas, pero, aparentemente es más abundante en aguas costeras y frías. Frecuentemente se le observa en bahías someras, esteros e incluso, desembocaduras de ríos (Leatherwood et al. 1988, Dahlheim y Heyning 1998). Dahlheim et al. (1982) mencionan que son más abundantes dentro de los 800 km de distancia a la costa de los principales continentes, mientras que la IWC (1982), reporta que la mayoría de los registros de orcas en el Pacífico norte se han llevado a cabo dentro de los 600 km de distancia a las costa, aunque se les puede encontrar en medio del océano en cualquier época del año.

Tipo de ambiente.

Habita aguas tropicales, templadas y frías, aunque al parecer es más común en éstas últimas. La especie no tiene una distribución homogénea, es posible encontrar concentraciones en áreas determinadas, como es el caso de algunas regiones de la Antártida, Japón, Islandia, Noruega, Alaska y Columbia Británica, Canadá, mientras que en otras partes del mundo sus avistamientos son esporádicos (Ford et al. 1994).

La temperatura superficial de las aguas del Golfo de California, en donde se han registrado orcas, se encuentra dentro del intervalo de 14° y 21° C en febrero y entre los 28° y 31° C en agosto (Álvarez-Borrego y Schwartzlose 1979).

Hábitat.

El hábitat de las orcas en México es muy variable, aunque generalmente se les observa en la franja costera continental e insular (Guerrero- Ruiz 1997, Guerrero-Ruiz et al. 1998).

Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.

Es una especie oceánica que en apariencia no se ve severamente afectada por los impactos costeros causados por el hombre. El hábitat de la especie en lo que corresponde a la costa occidental de la Península de Baja California y sur del Golfo de California en general se mantiene inalterado.

Antecedentes del estado de la especie, o en su caso, de las poblaciones principales.

A finales de la década de 1960 se empezaron a capturar orcas en la costa occidental de Canadá y Estados Unidos para mantenerlas en cautiverio, y al no conocer su estado poblacional, se inició la investigación de la especie a principios de la década de 1970 (Balcomb et al. 1982, Bigg et al. 1990, Olesiuk et al. 1990, Ford et al. 1994). Por ello, en los últimos años han

aparecido varios estudios sobre su biología, los cuales han aportado valiosa información referente al tamaño poblacional de la orca, a su distribución, organización social, genealogía, tasa de natalidad, mortalidad, hábitos alimenticios y ciclos reproductivos, por mencionar algunos (Kirkevold y Lockard 1986). La gran cantidad de información que se ha generado acerca de esta población, ha dado pie para que en otras regiones del mundo como Noruega (Christensen 1982), Argentina (López y López 1985), Alaska (Matkin y Saulitis 1994), el Archipiélago Crozet en el Océano Índico (Guinet y Jouventin 1990), y recientemente en México (Guerrero-Ruiz 1997, Guerrero Ruiz et al. 1998), se haya iniciado la evaluación del estado poblacional de las orcas presentes en cada región en particular.

La información con la que se cuenta acerca de la especie en aguas mexicanas es escasa, heterogénea y dispersa, en su gran mayoría no ha sido publicada y corresponde a informes o presentaciones en congresos y se basan en observaciones fortuitas durante cruceros de investigación o navegaciones locales. Zacarías y Zárata (1986) fueron los primeros en realizar un estudio prospectivo de la orca en aguas mexicanas y Vidal (1991) realizó una recopilación de varamientos de la especie en el Golfo de California. Dentro de los trabajos que reportan a la especie en el Pacífico mexicano y Golfo de California se encuentra el de Balcomb et al. (1979), Dahlheim et al. (1982), Urbán y Aguayo (1985), Salinas y Bourillón (1988), Flores (1991), Vidal et al. (1993), Mangels y Gerrodette (1994), Gendron (1993a) y Rodríguez y Lugo (2003). Particularmente para la Bahía de La Paz, Urbán et al. (1997a) describen a la orca como visitante poco frecuente de la zona.

Existen diversos estudios en torno al comportamiento de la especie. Dentro de estos se puede mencionar el trabajo de Acevedo y Fleischer (1987) y los de Tarpy (1979), Vidal y Pechter (1989), Silber et al. (1994), Esquivel et al. (1993b), y Gendron y Sánchez (1994) quienes describieron observaciones de ataques y/o alimentación de orcas en el Golfo de California y en el Pacífico mexicano. Por su parte, Flores (1991) realizó el etograma de la primera orca mantenida con relativo éxito en cautiverio en la Ciudad de México; la tristemente célebre Keiko.

Dentro de los trabajos más recientes sobre las orcas en México se encuentra el de Guerrero-Ruiz (1997) y Guerrero-Ruiz et al. (1998), quienes reportan la distribución, movimientos y la presencia de cuatro comunidades de orcas como habitantes temporales dentro del Golfo de California. Por otro lado, Black et al. (1997) realizaron el primer catálogo fotográfico de orcas de California, mientras que Guerrero-Ruiz et al. (en preparación) Guerrero-Ruiz y Urbán (2000) y Guerrero-Ruiz et al. (2001) reportan por primera vez un listado de las especies consumidas por las orcas del Pacífico mexicano, la presencia de orcas con rémoras en el Golfo de California y el primer varamiento masivo de la especie en la misma zona, respectivamente. Por su parte, Vázquez et al. (2003) reportan la incidencia y actividad alimenticia de la orca en Bahía de Banderas y Marín et al. (2003) el registro de un cráneo de cría de orca dentro de los casos de varamientos registrados en Nayarit. Finalmente Guerrero-Ruiz et al. (2005) reportan la recaptura de un macho entre aguas mexicanas y peruanas, extendiendo el rango de movimiento de la especie de 2,660 km (Goley y Straley 1994) a 5,535 km.

Historia de vida.

La orca, como mamífero, es una especie vivípara y homeoterma. Algunos individuos o poblaciones, se caracterizan por realizar movimientos desde las aguas frías de Alaska, hasta zonas de temperaturas mayores como California, recorriendo hasta 2,600 km (Goley y Straley 1994). En México existe una relación entre las orcas del Golfo de California con las del Pacífico

norte, presentándose un movimiento fuera de éste, al norte, a lo largo de la costa del Pacífico mexicano e incluso hasta California. Debido a los reportes de grupos con crías durante todo el año, así como de actividad alimenticia, se supone que el Golfo de California es una zona de alimentación y crianza (Black et al. 1997, Guerrero-Ruiz 1997, Guerrero-Ruiz et al. 1998).

Valor estético-recreativo.

La observación de las orcas en su medio natural en algunas partes del mundo como Washington, Alaska y Columbia Británica, Canadá, tiene un enorme potencial turístico, pudiendo ser, como en el caso de otras especies, uno de los espectáculos de la fauna silvestre más importantes del mundo.

Valor educativo.

Este valor se relaciona con la concientización que logra el público que va a observar esta especie, en su medio natural o en cautiverio, al conocer algunos aspectos importantes de su biología o de su ambiente. La orca es un ejemplo claro de este tipo de valor, ya que en la antigüedad eran consideradas como animales feroces. Se les temía y por consiguiente se les destruía, sin embargo, después de haberse capturado por primera vez a un ejemplar de esta especie para exhibirlo, la actitud humana cambió de cierta manera, dándose cuenta de la posibilidad de domesticación de este gran depredador, además de la gentileza, inteligencia y capacidad de adaptación del mismo ciertas condiciones ambientales (Dahlheim y Heyning 1998).

Durante 1962-1976 hubo una intensa captura de orcas en Washington y la Columbia Británica, Canadá, con la finalidad de exhibirlas para el público, pero desde 1976 se ha prohibido este tipo de actividad. Muchas personas en todo el mundo han tenido la oportunidad de ver de cerca a las orcas, haciéndolas más conscientes de la presencia no sólo de esta especie, sino de otras en la naturaleza y de su importancia como seres vivos y como recurso.

Es importante señalar que a pesar de que en aguas mexicanas no se han capturado ejemplares de esta especie, en la Ciudad de México se han exhibido dos orcas. En 1983 se obtuvo la primera orca en cautiverio, un macho capturado en Islandia en septiembre de 1979, pero el animal murió dos meses después de llegar a México. En 1985 llegó la segunda orca, otro macho capturado en Islandia, que permaneció ocho años en exhibición, posteriormente fue trasladada a Oregon, Estados Unidos, y después a Islandia, donde vive actualmente.

Valor científico.

Las orcas que se han mantenido en cautiverio en distintas partes del mundo le han brindado a los investigadores oportunidades para de poder estudiarlos a fondo, por lo que es una de las especies mejor conocidas a nivel fisiológico y anatómico, así como de comportamiento y acústica (Defran y Pryor 1980, Ford y Fisher 1982).

Durante varios años se han investigado diferentes aspectos de la biología y dinámica poblacional de las orcas en distintas partes del mundo como Alaska, Washington, Columbia Británica, California, México, Argentina, el océano Índico, Noruega, Islandia, Nueva Zelanda y la Antártida.

Valor económico.

En varias partes del mundo se les ha cazado por su aceite y carne o se les ha matado simplemente por competir con los pescadores (Dahlheim 1981). Noruega, Japón y Rusia son los países que han realizado las principales capturas de esta especie (Dahlheim y Heyning 1999). En Japón, el valor de su aceite equivale al del cachalote (*Physeter macrocephalus*), y la carne fresca se utiliza para consumo humano, mientras que la carne pasada y las vísceras se usan como fertilizantes y como carnada (Nishiwaki y Handa 1958). En Noruega, la carne es únicamente utilizada para consumo animal (Jonsgard y Lyshoel 1970) y a pesar de que se ha llegado a aprovechar el aceite, carne y vísceras de las orcas para consumo humano y animal, esta especie nunca ha resultado un objetivo principal para la industria ballenera. A finales del siglo XIX y principios del XX, se dio una relación de cooperación entre orcas y balleneros en Australia, en donde las orcas alertaban a los pescadores sobre la presencia de ballenas, lo que facilitaba su matanza, y les permitían a las orcas alimentarse de la lengua de las ballenas muertas (Dahlheim y Heyning 1998).

Tamaño poblacional.

En muchas partes del mundo se carece de información acerca de su abundancia (Hand 1994). Las orcas fueron la segunda especie más frecuentemente avistada en la Antártida en cruceros de la International Decade of Cetacean Research (IDCR), estimándose una población de 70,000 organismos (Butterworth y DeDecker 1989). Para las aguas de Islandia e Islas Faroes, se calculó una población de más de 6,000 orcas (IWC 1987). En el Pacífico norte, estudios de foto identificación han documentado poblaciones de algunos cientos de animales en el Mar de Bering y el Golfo de Alaska (IWC 1987). La población de orcas identificadas a lo largo de la costa de Columbia Británica, Canadá y Washington, EE.UU., es la más conocida hasta el momento, la cual se compone de más de 600 animales (Ford y Ford 1981, Ford et al. 1994). Para el Pacífico oriental tropical Leatherwood et al. (1980) estimaron una población de entre 3,600 y 12,000 individuos. Actualmente no hay ninguna estimación sobre el tamaño poblacional en el Golfo de California.

Categoría de edad, tamaño o estadio.

Se distingue fácilmente un macho adulto de una hembra por la forma triangular de la aleta dorsal, la cual llega a medir casi los 2 m de altura, característica útil a la hora de identificar machos adultos dentro de los grupos (Dahlheim y Heyning 1998). Por otro lado, la aleta dorsal de las hembras adultas es más falcada y alcanza únicamente 90 cm de alto, lo cual imposibilita al investigador a distinguir entre la hembra adulta y jóvenes de ambos sexos (Bigg 1982). Las crías generalmente viajan junto a la madre y la coloración blanca del cuerpo se presenta en tonalidades amarillentas o incluso anaranjadas, debido a que los riñones no funcionan perfectamente bien al inicio; por otro lado, en el resto del cuerpo suelen presentar manchas, aparentando una coloración grisácea, además de que la silla de montar no está bien definida durante los primeros meses (Bigg 1982).

De acuerdo con Bigg (1982), la composición de los grupos que habitan en el Pacífico nororiental tiende a permanecer constante a través del tiempo. Estos grupos están formados por aproximadamente 19% de machos adultos, 40% hembras adultas y 41% individuos inmaduros de ambos sexos. En Alaska, la composición de cada grupo está formada por 19% de machos adultos, 55% de hembras adultas y machos sub adultos y de 27% de jóvenes y crías (Leatherwood et al. 1984).

Proporción sexual.

La proporción sexual en el nacimiento es de 1:1 (Dueld y Miller 1988). Sin embargo, la proporción de machos en comparación de la de hembras ha sido reportada como de 0.48:1 y de 0.83:1 para el Pacífico nororiental (Balcomb et al. 1982, Bigg 1982), mientras que para las Islas Marion es de 1.34:1 (Condy et al. 1978).

Fecundidad.

La tasa de preñez para las hembras adultas de más de 5 m de longitud en Noruega es del 14.8%. Sin embargo, este valor es mucho menor al reportado por Christensen (1980) en Noruega, por Mikhalev et al. (1981) para el hemisferio sur, y por Ivashin (1981) en la Antártida, los cuales muestran que las hembras maduras presentan una tasa de preñez del 40.5%, 27.5% y 42.3%, respectivamente. Estos valores suponen un periodo de gestación de 12 meses o menos. Si se considera que el periodo de gestación es mayor a los 12 meses, la tasa de embarazo sería menor (Bigg 1982).

Reclutamiento.

El número de crías en la población de orcas residentes de Vancouver es de 10.30%. Este valor se refiere a la producción de crías hasta la edad promedio de 6 meses, más que al nacimiento en sí. La tasa de preñez es mayor que la de nacimientos ya que la mortalidad se espera que ocurra entre el nacimiento y los 6 meses de edad. La tasa neta de reclutamiento de crías, expresada como el porcentaje de crías contra todas las orcas dentro de un grupo es de 4.56% (Bigg 1982). La CBI reportó 6.95% de crías y jóvenes de 2.13-3.6 m de longitud, viajando con 734 individuos de otras edades en Antártica.

Reproducción.

La longitud de madurez física en ambos sexos se desconoce, así como la edad de madurez física. Por otro lado, la madurez sexual en los machos y hembras se alcanza a los 15 años, a una longitud de 5.2-6.2 m y 4.6 y 5.4, respectivamente. Aunque la conducta reproductiva aún no es bien conocida, la evidencia actual sugiere que para las orcas no hay un período fijo de reproducción en todo el mundo, que los tiempos varían regionalmente y que el apareamiento y la natalidad, en cada región, dura varios meses. El apareamiento puede acontecer en cualquier época del año (Jonsgard y Lyshoel 1970).

Existe un intervalo de 3-8 años entre nacimientos y el período de gestación dura 17 meses, registrándose el máximo de nacimientos aparentemente en otoño para las orcas que viven en Washington, EE.UU. y Columbia Británica, Canadá. Las crías al nacer mide 2.28 m, pesando 200 kg. El destete ocurre cuando la cría alcanza los 4.3 m aproximadamente, después de unos 12 meses de amamantamiento, aunque, las crías dependen de sus madres por un período de al menos dos años (Heyning y Dahlheim 1988). Con base en observaciones, Bigg (1982) reportó que tanto los machos como las hembras, crecen en promedio 0.36 m/año durante el período de 5 años que se requiere para alcanzar una longitud de 3 a 5 m. Después de alcanzar esta longitud, la tasa de crecimiento disminuye en ambos sexos. En el caso de las hembras cesa el crecimiento a partir de los 6 m, mientras que los machos continúan creciendo.

Fenología.

La alta capacidad de las orcas para vivir en ambientes marinos muy diversos y alimentarse de una amplia variedad de presas las hace poco dependientes a las variantes climáticas.

Alimentación.

Las orcas se encuentran en el nivel más alto de la cadena trófica. Tienen de 40 a 50 dientes cónicos que engranan entre sí, es decir, entre 10 a 13 pares de dientes cónicos en la maxila y en la mandíbula que se articulan poderosamente, permitiéndoles consumir una gran variedad de presas. Se alimentan oportunistamente con dietas que varían de acuerdo con la temporada y la región (Rice 1968, Martínez y Klinghammer 1970, Heyning y Dahlheim 1988, Hoyt 1990, Jeerson et al. 1991, Guinet 1991, Craighead y Suydam 1998). Principalmente se alimentan de peces, pero también incluyen en su dieta cetáceos, pinnípedos, aves, reptiles y moluscos (Leatherwood y Reeves 1983). La cantidad de alimento diario se desconoce, sin embargo Mitchell (1975) estimó que su alimento diario representa 4% de su peso, por lo tanto un macho de 8 toneladas podría comer cerca de 320 kg de alimento diario. En la mayoría de las regiones donde se ha estudiado esta especie, sus movimientos parecen estar relacionados con los de sus presas (Heyning y Dahlheim 1988).

En el Pacífico mexicano, Guerrero et al. (en preparación) hicieron una revisión de información publicada y no publicada de la orca y encontraron que se alimenta de las especies ya reportadas por otros autores en otras partes del mundo. Sin embargo, a diferencia de otras poblaciones de orcas, en el Pacífico mexicano se alimentan tanto de peces como de mamíferos marinos, siendo los cetáceos el tipo de presa más consumida por las orcas en el área de estudio. A pesar de que ya se ha reportado en Nueva Zelanda la alimentación de orcas de algunas especies de rayas (Visser 1999), estos autores reportan por primera vez, la depredación sobre una especie de manta raya, perteneciente a la familia Mobulidae y estos mismos autores refieren por segunda ocasión la alimentación de orcas sobre una especie de pez luna, aunque diferente a la mencionada por Rice (1968). Finalmente Esquivel et al. (1993b) y Sarti et al. (1994), mencionan por vez primera la alimentación de orcas de dos especies de tortugas marinas, *Lepidochelys olivacea* y *Dermochelys coriacea*, respectivamente. En el mismo artículo se reitera la alimentación de las orcas con túnidos, así como la alimentación con tiburones, en particular, tiburón ballena (Fertl et al. 1996).

Conducta.

La orca es una de las especies más dinámicas que hay, ya que dentro de su etograma se le puede observar saltando, atisbando, golpeando el agua con las aletas pectorales o con la aleta caudal. Son, en el océano, de los animales más rápidos, ya que son capaces de alcanzar velocidades de hasta más de 48 km/hr, aunque, normalmente viajan a velocidades de 6-10 km/hr. Norris y Dohl (1980) reportaron que la formación de un grupo de orcas durante su desplazamiento tiene una estructura particular, en donde los machos adultos permanecen en los extremos del grupo, mientras que las hembras, jóvenes y crías se mantienen en el centro del grupo. Norris y Prescott (1961) reportan que las orcas realizan de 3-5 buceos poco profundos, de 10-35 segundos de duración, seguidos por un buceo profundo que puede durar entre 1 y 4 min, aunque se ha informado que pueden durar hasta 10 min sin salir a respirar (Dahlheim y Heyning 1999).

El tamaño de sus agrupaciones varía de pocos individuos hasta cerca de 30, aunque se han reportado grupos de hasta 100 en Alaska y Antártica (Braham y Dahlheim 1982, Mikhalev et al. 1981). Grupos de hasta 500 y 2,500 individuos se han registrado en altas latitudes (Dahlheim et al. 1982). En el Golfo de California se han observado desde animales solitarios hasta grupos de 30 y 40 individuos, con un tamaño promedio grupal de 5.5 individuos (Guerrero-Ruiz et al. 1998, Guerrero-Ruiz et al. en preparación).

Las orcas cuentan con una buena vista, son capaces de ver tanto fuera como dentro del agua, aunque, dependen más de la eco localización para navegar y cazar. Tienen un amplio repertorio de sonidos, producidos entre los 4 y 5 kHz. Pueden llegar a producir dos tipos de sonidos simultáneamente, los clicks que duran menos de un milisegundo y que les permiten formarse una idea del entorno, y los chiflidos o whistles, de más de 10 seg de duración, con los cuales, al parecer distinguen a cada individuo y son el medio por el cual comunican sus emociones (Ford et al. 1994). Generalmente los individuos que se asocian comparten el mismo repertorio de sonidos y se han reportado diferencias en la frecuencia, estructura, duración y patrones de sonidos en el Antártico, Atlántico norte y Pacífico norte (Braham y Dahlheim 1982). Hall y Johnson (1972) reportan que las orcas tienen una sensibilidad auditiva que va de los 500 Hz a los 31 kHz, con un máximo de sensibilidad a los 15 kHz. Las orcas son de las pocas especies de odontocetos que han demostrado experimentalmente su capacidad de distinguir objetos a través de la eco localización.

Las orcas son polígamas, moderadamente gregarias, con estrechos lazos sociales y una estructura grupal estable. El cuidado parental está bien documentado para la especie (Caldwell y Caldwell 1966, Tomilin 1957). Gracias a la técnica de foto identificación y a los análisis genéticos, se ha podido determinar la presencia de tres tipos de orcas en la costa occidental de Canadá y Estados Unidos: residentes, transeúntes y oceánicas (Ford et al. 1994). Las diferencias entre éstas abarcan tanto aspectos morfológicos, como ecológicos y genéticos (Hoelzel 1991). Debido a los escasos estudios sobre distribución, movimientos y alimentación que se han realizado en el Pacífico mexicano y el Golfo de California, aún no se han podido relacionar a las orcas de la región con ninguno de los tres tipos orcas anteriormente mencionados (Black et al. 1997, Guerrero-Ruiz et al. 1998).

Ámbito hogareño.

En el Mar de Chukchi y Bering, las orcas se mueven hacia el sur con la llegada de las masas de hielo, realizando movimientos sobre grandes distancias. Al sureste del Mar de Bering, Islas Aleutianas y el Golfo de Alaska, los movimientos están más restringidos, llegando a desplazarse algunos grupos aproximadamente 20 km. Por otro lado, las orcas residentes de Washington viajan hasta 140 km durante su búsqueda de alimento, mientras que las transeúntes recorren hasta 610 km (Braham y Dahlheim 1982). Goley y Straley (1994) reportaron que las orcas pueden realizar movimientos desde las aguas frías de Alaska hasta zonas de temperaturas mayores como California, recorriendo hasta 2,600 km. Recientemente, con base en la recaptura de un macho entre aguas peruanas y mexicanas, Guerrero-Ruiz et al. (2005). han reportado la extensión del rango de movimientos de la especie hasta 5,535 km.

Se ha encontrado que existe una relación entre las orcas del Golfo de California con las del Pacífico norte, presentándose un movimiento fuera de éste, al norte, a lo largo de la costa del Pacífico mexicano e incluso hasta California (Black et al. 1997, Guerrero-Ruiz 1997, Guerrero-Ruiz et al. 1998).

Categoría de riesgo: NOM-059-Semarnat-2001: sujeta a protección especial (Pr). Otras clasificaciones. UICN: insuficientemente conocida (insufficiently known). CITES: Apéndice II.

Factores de riesgo.

No se tiene un conocimiento preciso acerca de los efectos de la contaminación ambiental en los cetáceos, sin embargo, Calambokidis et al. (1984) encontraron altos niveles de PCB y DDT en la grasa de una orca transeúnte macho en Washington (250 ppm y 640 ppm, respectivamente), mientras que encontraron niveles menores de contaminantes (38 ppm de PCB y 59 ppm de DDE) en un macho residente. Debido a la posición de las orcas transeúntes en la cadena trófica, es de esperarse que presenten niveles de contaminación elevados. En cuanto a la caza de ballenas, la caza costera de California capturó a cinco ejemplares entre 1962 y 1967 (Rice 1974); así como un animal más en la Columbia Británica (Hoyt 1981).

Physeter macrocephalus

Cachalote (Physeter macrocephalus)



Descripción de la especie.

El cachalote (*Physeter macrocephalus*) es la ballena dentada más grande y es el cetáceo que presenta el dimorfismo sexual más evidente. Los machos son más grandes que las hembras, ya que llegan a medir hasta 18.5 m de longitud, mientras que las hembras solo alcanzan los 12.5 m. Generalmente son de un color gris-café oscuro. La piel que se encuentra en la porción posterior del cuello generalmente tiene una apariencia arrugada. La piel que rodea la boca, particularmente en las comisuras también es blanca, manchada de gris. La porción anterior del vientre y los costados de la región genital presentan manchas blancas asimétricas e irregulares y algunas veces se encuentran manchas claras en otras partes del cuerpo. Los cachalotes recién nacidos son de un gris claro y se van oscureciendo durante las primeras semanas de vida (Leatherwood et al. 1988).

El cuerpo que se encuentra detrás de la cabeza presenta una superficie ondulada irregular. La aleta dorsal es pequeña, rígida y redonda, y por detrás de ésta, el lomo presenta crenulaciones. El pedúnculo caudal cuenta con una quilla ventral rígida detrás del ano y la aleta caudal es de forma triangular con un borde recto, mientras que las aletas pectorales son anchas y redondeadas (Rice 1989). La parte ventral de la aleta caudal y de las aletas pectorales varía de color, con varias tonalidades de café a gris-café.

La cabeza rectangular de esta especie contiene al órgano de espermaceti, el cual contiene hasta 1,900 L de una sustancia cerosa muy densa, que abarca entre un cuarto y un tercio de la

longitud total del cuerpo. Esta sustancia se solidifica a temperatura ambiente formando cristales brillosos con forma de escamas y que se pueden derretir a una temperatura de 42-47o C. De acuerdo con las medidas que se han tomado a gran escala, la longitud de la cabeza comprende 26-40 % de la longitud total del cuerpo y en promedio equivale a un tercio de la longitud del macho y un poquito más de un cuarto en la hembra (Tomilin 1957). La forma de la cabeza es completamente diferente de la forma del cráneo, ya que en su porción anterior no solo está comprimido lateralmente, sino también de manera cóncava. El cráneo ocupa menos de un tercio de la longitud total de los machos adultos, sus características más importantes son: una marcada asimetría; huesos de la maxila lateralmente expandidos y sin dientes, formando en vista dorsal un rostro triangular; altas crestas maxilares que se elevan en los extremos y particularmente en la parte posterior para formar una cresta frontal-maxilar curvada hacia arriba, la cual forma una cavidad para el órgano espermaceti, y la presencia de huesos palatinos que retienen una posición más o menos horizontal en el techo de la bocha y que posteriormente se cubren por los pterigoides (Tomilin 1957).

Los cachalotes presentan como cualquier odontoceto un solo orificio nasal, de 20-50 cm de largo, pero en ellos está localizado en el lado izquierdo y en la porción delantera de la cabeza. Debido a esta posición el soplo del cachalote usualmente sale a 45° de inclinación, hacia delante y hacia la izquierda. El pasaje nasal derecho no tiene una abertura externa, y culmina en un extremo ciego enfrente de la esquina derecha de la cabeza (Tomilin 1957). La mandíbula inferior es muy angosta y se cierra dentro de un hueco de la parte superior de la cabeza, haciendo que pase inadvertida si se ve de perfil. El hocico chato puede proyectarse tanto como 1.5 m más allá de la punta estrecha de la mandíbula inferior. La garganta presenta entre 2-10 surcos gulares profundos.

La mandíbula puede abrirse y formar un ángulo recto con respecto al eje del cuerpo, y tiene forma de Y; sin embargo, la sínfisis únicamente se puede apreciar desde afuera. De esta manera se ve muy angosta en comparación con el resto de la cabeza. Se han reportado casos de individuos con mandíbulas deformes en la región de las sínfisis, aparentemente causadas por periostitis, inflamación del periostio durante el crecimiento del animal. Sin embargo, la deformación y desgaste de la mandíbula también puede ser causada por peleas entre machos de esta especie (Tomilin 1957).

Los cachalotes nacen sin dientes, pero en los adultos se encuentran de 15-30 dientes en ambos lados de la mandíbula inferior. En los machos generalmente se presentan de 20-25 dientes, mientras que en las hembras hay entre 7 y 30 y el número máximo de dientes para ambos lados es de 18 en los machos y de 12 en las hembras. Los dientes son de color blanco, de forma cónica y generalmente curvados, los cuales se insertan cada uno dentro de un alveolo ubicado en el paladar, cubiertos por tejido fibroso firme y por epitelio córneo. Esta textura le permite al animal capturar a los resbaladizos cefalópodos de los que se alimenta. Frecuentemente esos alveolos palatinos contienen dientes curvados vestigiales. La porción superior de los dientes no desgastados sobresale de las encías, siendo la sección expuesta equivalente a un sexto o hasta dos quintos de su longitud, el resto del diente se aloja dentro de la encía. En los machos algunos dientes pueden medir 16 cm de largo y pesar medio kilo, mientras que en las hembras, la longitud máxima registrada ha sido de 11.2 cm, exhibiéndose únicamente 4.5 cm del diente, con un diámetro máximo de 3.4 cm y con un espacio interdentario de 4.3-5.3 cm (Tomilin 1957). Los ejemplares jóvenes de entre 12 y 13 m de largo no presentan dientes grandes, ya que en muchos casos aún no salen en la parte posterior de la mandíbula, llegando a exhibir las puntas de los dientes en la porción media de ésta. El desgaste de los dientes no ocurre de manera homogénea, primero se desgastan los dientes

delanteros y medios, permaneciendo en mejores condiciones los dientes posteriores. En el caso de los cachalotes adultos el desgaste de los dientes suele llegar hasta casi el nivel de las encías.

El ojo del cachalote está situado por arriba y ligeramente hacia la región posterior del ángulo formado por la comisura, casi en el eje horizontal de la cabeza (Tomilin 1957). Ligeramente por debajo del nivel del ojo y no más allá de 0.5 m hacia la parte posterior de éste se encuentra situada la abertura auditiva. La hendidura del ojo es de entre 6-10 cm de largo y la hendidura auditiva es de solo 1.2 cm de largo. La porción cervical, que no se puede distinguir desde afuera, comienza por detrás de la oreja.

Las proporciones de la morfometría del cachalote en relación con la longitud total del cuerpo en los machos son las siguientes: mandíbula superior (extremo anterior) al ojo, 24.80; mandíbula superior al orificio nasal, 2.30; escotadura caudal al ano, 30.3; escotadura caudal a la aleta dorsal, 33.04; envergadura caudal, de un tercio a un cuarto de la longitud del cuerpo; máxima anchura de la aleta pectoral, 4.9. Por otro lado, las proporciones de sus diferentes medidas craneo métricas en relación con la longitud total son las siguientes: longitud zigomática, 14.50; longitud del rostro, 73; longitud de la mandíbula, 89.50 (Tomilin 1957). El número total de vértebras es de 50: C7, T11, L8 (9), Ca 24 (23); presenta de 11 pares de costillas, con solo los tres primeros pares articulados al esternón (Tomilin 1957).

Una sustancia que proviene del cachalote y que fue muy apreciada por su característica de buen fijador en la industria de los perfumes es el ámbar gris. Esta sustancia se forma en el recto en bultos de hasta 100 kg de peso, alrededor de los picos de calamar que permanecen en el estómago.

Distribución histórica estimada.

El cachalote tiene la distribución más extensa de todos los mamíferos marinos, a excepción de la orca (*Orcinus orca*). Abarca todos los océanos profundos del mundo, desde el ecuador hasta los polos, aunque sólo los machos maduros se desplazan hasta las altas latitudes. El límite latitudinal conocido a mediados de invierno abarca los 40° N y 30° S. Los límites de distribución durante el invierno y los límites de las hembras y jóvenes machos durante el verano, corresponden aproximadamente con los 15° C de la isoterma superficial del mar. La distribución geográfica de los cachalotes es continua en todo el mundo, pero las poblaciones del Pacífico, Atlántico y el Océano Índico están parcialmente aisladas unas de otras por las grandes masas continentales.

Para el Pacífico norte los cachalotes están ampliamente distribuidos en la parte oriental; durante el invierno generalmente se encuentran en cualquier lugar al sur de los 40° N y se sabe que son muy comunes sobre la plataforma continental de California central durante noviembre y abril. En el verano se observan en cualquier lugar del Pacífico norte (desde el Mar de Bering, las Islas Aleutianas, el Golfo de Alaska, Columbia Británica, Canadá, Washington, California y México (Leatherwood et al. 1988). En Baja California Sur y fuera de la costa oeste de la región sur de México hubo importantes zonas de caza durante el siglo XIX (Leatherwood et al. 1988), así como también en Panamá, las Islas Galápagos y Hawái, aunque al parecer que ya no son vistos tan frecuentemente como antes en este último lugar (Leatherwood et al. 1988).

En el Atlántico norte, el rango de distribución del cachalote incluye las cuencas profundas del Mar Caribe, Golfo de México y el Mar Mediterráneo. Los machos adultos viajan al norte durante el verano hasta el Estrecho de Davis (68° N), al Estrecho de Dinamarca (69° N) y hasta las aguas de Noruega (71° N), ocasionalmente desplazándose hasta los 78° N. Los límites para las hembras en el Atlántico norte están pobremente documentadas, pero probablemente se desplazan hacia el norte a la Convergencia Subpolar entre los 45-50° N. Sólo se han capturado machos en Nueva Escocia y Newfoundland, Canadá. La Convergencia Subpolar se disipa al este de la longitud 30° W, pero algunas hembras se han varado en la costa oriental de Islandia (53° N), en Francia (48° N) y al oeste de Alemania (54° N).

En el Golfo de México y Mar Caribe el rango de distribución de los cachalotes incluye las partes de gran profundidad. En el golfo los cachalotes son los cetáceos más numerosos y la mayoría de los avistamientos ocurren en la plataforma continental (200 m) o sobre la pendiente con 71% de los avistamientos registrados en la costa de Texas, EE.UU. (Wursig et al. 2000). En la porción norte del Caribe, se ha observado a la especie durante la primavera (a mediados de enero-abril) y el otoño (octubre a noviembre) (Mignucci-Giannoni 1989); Erdman et al. (1973) reportaron que en la porción noreste son menos frecuentes en el verano. En general los avistamientos de la especie abarcan de octubre a junio, teniendo sólo un registro al sur de Vieques, Puerto Rico en el mes de julio. Otros registros en el Caribe son los reportados por Taruski y Winn (1976) en el Banco Caicos, en el Pasaje de Mona (P.R), en el Pasaje Anagada (B.V.I.), y en las Islas Vírgenes, EE.UU. durante los meses invernales y por Pérez et al. (1995) en Cabo Rojo, Puerto Rico.

En el sureste del Caribe se encontraron cachalotes en la mayoría de las áreas censadas durante noviembre y marzo, (Watkins et al. 1985). Un pescador de San Vicente afirma que los cachalotes se ven frecuentemente en la región de octubre a finales de primavera, aunque parecen estar presentes todo el año (Caldwell et al. 1971). En República Dominicana, los cachalotes usualmente se observan entre noviembre y abril (Evans 1997, Ward et al. 1999), pero, se ha registrado un avistamiento en agosto de 1988 (Ward et al. 1999). En las aguas de Santa Lucía, se llegan a ver entre noviembre y junio (Ward et al. 1999) y la Red de Cetáceos del Este Caribeño (ECCN) han reportado avistamientos en Antigua en agosto-diciembre (ECCN 2000). Palacios et al. (1995) registraron el primer avistamiento de un cachalote en el Caribe colombiano y Bolanos y Boher (1996) han reportado a la especie en Venezuela. Finalmente, Cardona-Maldonado y Mignucci-Giannoni (2000) han analizado los avistamientos de cachalotes en Puerto Rico, las Islas Vírgenes, Venezuela, Barbados, República Dominicana, Barbuda, Antigua y México, reportando que la composición de los grupos estaba formada por hembras de todas las clases de edad, crías prematuras y principalmente jóvenes y machos sub-adultos. Los cachalotes han sido avistados en todas partes del noroeste del Golfo de México, entre los 100 y 2,000 m de profundidad. Algunos avistamientos han ocurrido en Texas, Louisiana y Florida, EE.UU. y en el norte de Veracruz, México (Wursig et al. 2000). Ortega-Argueta et al. (1998) encontraron nueve avistamientos de cachalotes en la Península de Yucatán. Se tiene registrado de que los cachalotes se han varado durante todo el año en el golfo, sugiriendo que por lo menos algunos cachalotes son residentes de la región (Wursig et al. 2000).

Distribución actual, con poblaciones aún presentes.

El cachalote es una especie que está registrada para ambos litorales mexicanos, incluyendo el Golfo de California y el Caribe. En el Pacífico oriental tropical se conocen más de 180 avistamientos de esta especie, su mayor concentración se ubica entre los 10° N y los 10° S, y

entre los 80° N y 100° W. En la costa noroccidental de la Península de Baja California se han registrado dos varamientos de un animal cada uno y algunos avistamientos. En el Golfo de California se tienen registros de cinco varamientos masivos y cinco de individuos solitarios, en ambas costas del Golfo y desde San Felipe al norte hasta Los Frailes en el sur. Los numerosos avistamientos en el golfo se distribuyen principalmente en su región central y el sur. En los últimos años han sido frecuentes en el área comprendida entre Loreto e Isla Cerralvo (Gendron 1993, Vidal et al. 1993, Urbán et al. 1997a, Gendron y Jaquet 1999, Gendron 2000b).

En el Golfo de México se cuenta con registros de 23 varamientos y numerosos avistamientos, en todo el golfo y todo el año, lo que sugiere que algunos son residentes de la región. En costas mexicanas se conocen dos varamientos, uno en Tecolutla, Veracruz y otro en Quintana Roo.

Microclima.

Los cachalotes se han reportado en las aguas profundas de todos los océanos. En la mayoría de las áreas rara vez se encuentran en aguas de menos de 180 m de profundidad. Es más común encontrarlos en altamar, aunque algunos se distribuyen cerca de la costa, donde hay cañones submarinos y bajos.

Tipo de ambiente.

Los cachalotes se distribuyen en todos los océanos del mundo, entre los 60° N y 70° S, evadiendo únicamente los casquetes polares en ambos hemisferios. Los patrones de migración son diferentes para los machos y las hembras de distintas clases de edad. Las hembras y los jóvenes o inmaduros generalmente no se llegan a mover más allá de los 40° N y 40° S, mientras que los machos maduros lo hacen más hacia los polos durante el verano. Los límites de distribución durante el invierno y los límites de las hembras y jóvenes machos durante el verano corresponden aproximadamente con la isoterma superficial de los 15o C. En el otoño, los cachalotes regresan a las porciones templadas y tropicales de su rango de distribución.

Hábitat.

El cachalote es una especie principalmente macrotetutófaga mesopelágica. Virtualmente es el único ocupante del nicho, ubicándolo como el principal componente del nivel trófico tope del ecosistema pelágico en todo el globo. Sus competidores más cercanos son las ballenas picudas que se alimentan en la misma profundidad pero depredan sobre calamares pequeños.

Historia de vida.

Los cachalotes se pueden observar solos o pueden llegar a formar grupos de 50 o más animales. Los machos más viejos generalmente viajan solos o en pequeños grupos, excepto durante la época reproductiva, cuando se unen a otras manadas con hembras para aparearse. Durante el resto del año, las grandes manadas formados por los cachalotes pueden ser de dos tipos, de machos sexualmente inactivos (grupos de solteros) o manadas que contengan jóvenes o animales inmaduros de ambos sexos, además de hembras con crías. Los machos y las hembras exhiben un comportamiento migratorio diferente. La mayoría de los cachalotes de ambos sexos y de distintas clases de edad se mueven hacia los polos durante la primavera y el verano, regresando a las porciones templadas y tropicales de su rango de distribución durante el otoño. Los machos se mueven más hacia los polos que las hembras y machos

inmaduros, mientras que las hembras y los jóvenes generalmente no se llegan a mover más allá de los 40° N y 40° S.

Los cachalotes pueden bucear a profundidades mayores a los 1,000 m, incluso se han detectado individuos a profundidades de hasta 2,800 m. Dependiendo de la duración del buceo, pueden pasar hasta una hora en la superficie, respirando más de 50 veces antes de realizar el siguiente buceo y pueden permanecer sumergidos hasta por una hora o más. Generalmente al iniciar un buceo, los cachalotes suelen sacar la aleta caudal fuera del agua y las hembras bucean y permanecen en la superficie por períodos más cortos que los machos.

Valor económico.

Desde el inicio de la cacería de esta especie en 1712, la captura de los cachalotes hasta la fecha ha continuado esporádicamente. Se calcula que probablemente llegó a haber una población de más de 2,000,000 animales a mediados de la década de 1940, la mayoría en el Pacífico norte. Las capturas, que llegaron a ser de hasta más de 29,000 individuos por año a mediados de la década de 1960, disminuyeron sustancialmente la mayoría de los stocks. Las principales capturas las realizaron los japoneses y las flotas soviéticas.

Aunque la carne de cachalote no se considera aceptable para el consumo humano en muchas partes del mundo, en algunas zonas de Japón sí se consume, aunque esta especie se ha explotado principalmente para la obtención de productos como aceite, cera y espermaceti, extraídos de los tejidos y la cabeza. Al principio estos materiales se utilizaban para iluminación y lubricación, sin embargo, su demanda disminuyó al sustituirse por otros productos a finales de la década de 1970. El ámbar gris, una sustancia peculiar que se forma en el intestino del animal alrededor de los picos de calamares, continúa siendo muy preciada como fijador dentro de la industria del perfume, aún cuando se ha llegado a sustituir por otras sustancias sintéticas más baratas (Leatherwood y Reeves 1983). Actualmente existe demanda comercial del ámbar gris en el Medio Oriente con fines medicinales (Klinowska 1991).

Por otro lado los dientes del cachalote también son muy preciados ya que se utilizan para hacer esculturas, ornamentaciones y joyería. Los huesos de igual manera se pueden emplear para hacer esculturas, sin embargo tienen un valor menor a los dientes.

Tamaño poblacional.

Antes de la cacería extensiva a la que se vieron sometidos los cachalotes, la población mundial se aproximaba a los 3 millones de animales. Desde entonces se redujo aproximadamente 31% hasta haber menos de 2 millones. El número de machos ha disminuido alrededor de 45%, mientras que las hembras 17%.

Actualmente la población mundial estimada es de 1,900,000 ejemplares y para el Pacífico norte se calculan aproximadamente 930,000 individuos. Dentro del Golfo de California se supone una población de 417 cachalotes, aunque Gerrodette y Palacios (1996) reportan 567 animales. Jaquet y Gendron (2004) reportan que entre 1998 y 2003 se han identificado 503 hembras/inmaduros. Por otro lado, las técnicas de marcaje-recaptura muestran que 1,070 individuos (95% CI=734-1623) utilizan el Golfo de California, entre La Paz y San Pedro Mártir, un área que comprende aproximadamente 450 por 110 km.

En el Caribe se llevaron a cabo censos a principios de la década de 1980, mostrando una población aislada en la parte sureste del Caribe de aproximadamente 200 individuos, incluyendo adultos grandes y pequeños, así como crías de varios tamaños (Watkins y Moore 1982).

Categoría de edad, tamaño o estadio.

Se distingue fácilmente un adulto de una cría durante sus primeros meses de edad, por su tamaño y coloración. Ya adultos, los machos suelen ser más grandes que las hembras alcanzando entre los 15-18 m de largo, mientras que ellas raramente llegan a los 12 m de longitud.

Proporción sexual.

La proporción sexual en los fetos casi nunca se aleja significativamente de la paridad. Originalmente la proporción sexual era cercana a la unidad, sin embargo, después de la cacería extensiva a la que se vieron sometidos los cachalotes cambió a 68 machos:100 hembras (Rice 1989).

Fecundidad.

La tasa anual reproductiva en varias poblaciones se ha estimado entre 16-33%, lo cual significa que cada hembra produce una cría cada 3-6 años. En el suroeste del Océano Índico se observó que entre 1962 y 1975 disminuyó el intervalo promedio de nacimientos de 6 a 5.2 años, posiblemente como respuesta a la disminución en la densidad poblacional (Best et al. 1984). Estos mismos autores reportaron que la tasa de embarazos en las hembras jóvenes (de 10-14 años de edad) se había elevado hasta 25%, disminuyendo gradualmente hasta 7% en las hembras de 40 años de edad y más. Al parecer este declive no estuvo asociado con la disminución en la tasa de ovulación, lo que indica un aumento en la proporción de ovulaciones poco exitosas.

Tasa de crecimiento y reclutamiento.

Jaquet y Gendron (2004) reportan que entre 1998-2003 se han observado en el Golfo de California una mayor cantidad de crías (entre 1.9% y 8.9%) en comparación con otras áreas, reflejando la importancia del lugar, como zona de reproducción.

Reproducción.

La longitud de madurez física en los machos se alcanza entre los 35 y 60 años, a una longitud de 15.2-16.1 m. La edad de madurez física para las hembras se alcanza a los 25-45 años con longitudes de 10.4-11 m, y a los 30 años en los machos. Por otro lado, la madurez sexual en estos se alcanza entre los 18 y 20 años, a una longitud de 11 a 12 m, mientras que en las hembras, se logra entre los 7 y 13 años, con longitudes de entre 8.3 y 9.2 m.

La época reproductiva del cachalote abarca de enero a agosto, con un difuso pico entre marzo y junio. Las hembras normalmente entran en estro cada 3-5 años, aunque pueden ovular ocasionalmente fuera de la época reproductiva. Se ha observado comportamiento agonístico entre los machos maduros por la presencia de marcas de dientes en las cabezas (Kato 1984).

Durante la cópula, la pareja se mantiene vientre con vientre de manera horizontal, uno sobre otro.

El número de ovulaciones por ciclo estral se ha estimado en 1.15-2.12 en varias regiones. Se cree que la ovulación es espontánea, y que hay una sincronización del estro dentro de una manada en etapa reproductiva. Las hembras normalmente vuelven al estro cada 3-5 años, sin embargo, pueden ovular ocasionalmente fuera de la época reproductiva normal.

El período de gestación dura 14-15 meses, registrándose el máximo de nacimientos entre mayo y septiembre. Las crías al nacer miden alrededor de 4 m con un peso de 1,000 kg, y son amamantadas durante 24 meses, destetándose a los 2 años, cuando alcanzan una longitud de 6.7 m. No obstante, hay evidencia de que algunas crías pueden seguir amamantándose hasta llegar a los 7.5 años, en el caso de las hembras, o incluso los 13 años, en el caso de los machos. Después de la lactancia, las hembras entran a un periodo de descanso en el que permanecen en anestro hasta por lo menos la siguiente temporada reproductiva o incluso hasta un año o dos adicional, durando entonces el ciclo reproductivo de 4-6 años. De acuerdo con Rice (1989) el intervalo entre nacimientos es de 3-6 años.

Fenología.

Los cachalotes realizan una migración, aunque esta es diferente en los machos adultos y en los grupos que contienen hembras y jóvenes. A pesar de que ambas agrupaciones se mueven durante el verano hacia los polos, los machos adultos tienden a dirigirse aún más hacia las latitudes altas, mientras que las hembras y machos inmaduros generalmente no pasan de los 40° N y S, manteniéndose la mayor parte de su tiempo en aguas templadas y tropicales. Al igual que otras ballenas que migran, como la ballena gris, estos movimientos y los límites de distribución de la especie son ocasionados por la temperatura del agua. Jaquet et al. (2003) reportan que cuando las fuentes de alimento son bajas, los cachalotes suelen cambiar su comportamiento, socializando menos, viajando en línea recta y buceando por periodos más prolongados. Además, cuando hay una menor abundancia del calamar, viajan distancias más largas y a velocidades mayores durante los ciclos de buceo, lo cual está relacionado con un mayor esfuerzo de búsqueda de la presa. Por otro lado, Jaquet y Gendron (2002) reportan la influencia de El Niño en la distribución y comportamiento del cachalote en el Golfo de California. En su estudio reportan que durante el año de El Niño (1998) hubo menos calamar en el Golfo de California, ocasionando que los cachalotes se distribuyeran diferente que en 1999, año en el que se encontraron agregaciones estables con una duración de más de un mes. Al haber menor abundancia de alimento, los cachalotes pasan menos tiempo socializando y más tiempo en búsqueda de alimento, además de que durante este fenómeno menor cantidad de hembras conciben. De esta manera, eventos como El Niño, o incluso una sobreexplotación de calamares, puede ocasionar una disminución en la fuente del alimento, impactando severamente a la población de cachalotes (Jaquet y Gendron 2001). Por ejemplo, si se mantuviera una alta temperatura en el agua por varios años a consecuencia del cambio climático, y la abundancia del calamar permaneciera baja, los cachalotes tendrían que realizar movimientos sobre una superficie mayor, dejando el Golfo de California, para buscar regiones más productivas (Jaquet et al. 2003).

Alimentación.

El cachalote es básicamente un macroteutófago mesopelágico que se alimenta de organismos como el calamar gigante y calamares mesopelágicos. En varias partes del mundo la mayor parte de la dieta se compone de especies como *Dosidicus*, *Ommastrephes*, *Todarodes*,

Moroteuthis, *Kondakovia*, *Onychoteuthis*, *Gonatus*, *Gonatopsis*, *Pholidoteuthis*, *Octopoteuthis*, *Taningia*, *Histioteuthis*, *Mesonychoteuthis*, *Galiteuthis*, aunque otros cefalópodos como el calamar vampiro *Vampyroteuthis* y algunos pulpos bentónicos, incluyendo al pulpo gigante *Octopus dofieini* también forman parte de la dieta de la especie. El cachalote generalmente captura calamares cuyo manto excede el metro de longitud como *Moroteuthis*, *Dosidicus*, *Mesonychoteuthis*, *Taningia* y el calamar gigante *Architeuthis*. Sin embargo, la mayor parte de su dieta consiste en especies de calamar de tamaño medio con mantos de 0.20-1.00 m de longitud, y generalmente los machos adultos suelen capturar individuos más grandes que las hembras y machos jóvenes.

Con base en un estudio de isótopos estables de C y N en el Golfo de California, se encontró que los cachalotes hembras y machos inmaduros, consumen calamares (*D. gigas*) con longitudes de manto que oscilan entre los 40-80 cm, mientras que al parecer la fuente dietética para los machos adultos probablemente proviene de otro ecosistema o área oceánica (Ruiz 2002, Ruiz-Cooley et al. 2004), lo cual ha sido confirmado por Cruz-Vizcaíno et al. (2004), con base en un estudio de ácidos grasos en el cachalote y calamar.

Los peces demersales de tamaño medio a grande forman un pequeño porcentaje de la dieta de los cachalotes en varias partes del mundo, a excepción de las latitudes altas como en el Golfo de Alaska e Islandia, en donde forman parte del 67-98% de la dieta de los machos adultos, quienes comen más peces que las hembras. Entre los peces más consumidos en aguas del norte, se encuentran las rayas (*Raja*), varios tipos de tiburones y teleosteos, la mayoría perteneciendo a las familias *Ceratiidae*, *Gadidae*, *Macrouridae*, *Trachipteridae*, *Icosteidae*, *Scorpaenidae*, *Anoplomatidae* y *Hexagrammidae*; mientras que para las aguas del sur, las especies consumidas pertenecen a las familias *Ceratiidae*, *Gadidae* y *Nototheniidae*.

Rara vez los cachalotes consumen crustáceos, pero en varias ocasiones se han encontrado dentro del estómago de algunos ejemplares el misidáceo gigante mesopelágico *Gnathophausia*, lo que indica que lo ingieren deliberadamente. También se hallaron en ciertos estómagos algunos cangrejos bentónicos, como *Chionoecetes* y *Cáncer*, así como otros organismos como esponjas, gorgonias, conchas de moluscos y sujetadores de macro algas, y algunos objetos como piedras, arena, trastos o restos de naufragios, desechos y basura que flota en el mar (Rice 1989).

Se calcula que la cantidad de alimento consumido por un cachalote es de 3-3.5% de su peso corporal/día (Lockyer 1981, Sergeant 1969) y aún se desconoce las estrategias empleadas por la especie para capturar la presa. Se supone que los cachalotes se alimentan durante las 24 horas del día, ya que no se ha encontrado evidencia alguna que defina la hora en la cual llevan a cabo esta actividad (Okutani y Nemoto 1964, Clarke 1980); sin embargo, Matsushita (1955) menciona que la alimentación es más frecuente durante el crepúsculo y el amanecer.

Si la mayor parte de la actividad alimenticia se lleva a cabo en la noche y a grandes profundidades, la visión del cachalote juega un pequeño papel en esta actividad, excepto para la localización de presas luminosas. Debido a que cazan bajo una oscuridad total se sugiere entonces que los cachalotes lo hacen con la mandíbula hacia abajo, lo cual les sirve para sentir a las presas. Beale (1839) sugirió que los cachalotes permanecen inmóviles con la mandíbula hacia abajo y que las presas son atraídas hacia la boca por su coloración blanca. Este método de caza puede funcionar con luz tenue e incluso en completa oscuridad, si es que la mandíbula y maxila se llenan de la mucosidad luminiscente de los calamares sobre los cuales se alimenta, como lo ha estipulado Gaskin (1967). Otra hipótesis sobre las técnicas de captura de las

presas implica la utilización de la eco localización para ubicar a la presa. Belkovich y Yablokov (1963) han teorizado que los cachalotes emiten pulsos de ultrasonido cortos pero tan intensos que pueden atontar e inmovilizar una presa, la cual pueden ingerir posteriormente por succión. De acuerdo con Caldwell et al. (1966), Berzin (1971), Nakamura (1968) y Nasu (1958) la captura de la presa se lleva a cabo sin la utilización de los dientes, lo cual se ha observado en animales jóvenes que comienzan a alimentarse durante varios años antes de que les salgan los dientes, así como en individuos con mandíbulas deformes o fracturadas.

Conducta.

Los cachalotes nadan pausadamente en la superficie, rara vez superan los 7.5 km/hr. En un clima tranquilo, pueden permanecer casi inmóviles, moviéndose apenas entre cada respiro, llegando a realizar esta actividad por períodos prolongados. Únicamente cuando ocurre algo que alarme a los animales, como la presencia de una embarcación, los cachalotes pueden acelerar su velocidad hasta llegar a los 30 km/hr.

Esta especie generalmente respira entre 5 y 6 veces/min. Lockyer (1977) reportó tiempos promedio en superficie de 1.42 min seguido por buceos de menos de 10 min de duración; tiempos de 2.46, seguidos de buceos de 10- 20 min de duración y tiempos en superficie de 3.22 min seguidos de buceos de más de 20 min. Esta especie se caracteriza por su capacidad de realizar buceos prolongados y profundos, la mayoría llevados a cabo por los machos más grandes. Estos buceos pueden durar entre 60-90 min, aunque Watkins et al. (1985) reportaron inmersiones de 138 min. Lockyer (1977) observó que 99.5% de los buceos duraban menos de 45 min, mientras que 96.7% eran de menos de 30 min, y que en promedio eran más prolongados en la tarde (17.9 min) que en la mañana (9.2 min) o a medio día (8.1 min).

La profundidad máxima registrada para la especie es de 1,135 m para un ejemplar que se enredó en un cable submarino (Heezen 1957), 1,827 m, profundidad rastreada por un sonar activo (Rice 1978), 2,250 m (Norris y Harvey 1972) y 3,195 m (Clarke 1976a), aunque la mayoría de los buceos se llevan a cabo a profundidades menores. Lockyer (1977) reportó que 99.9% de los buceos se realizan a profundidades de 1,000 m, 88.3% a 600 m y 77.1% a menos de 500 m. Los perfiles de buceo (profundidad/ tiempo) adquieren típicamente forma de U o V. Las tasas de descenso promedian 122 m/min (con un rango de 21-600 m/min), mientras que las tasas de ascenso promedian los 117 m/min (con un rango de 23-420 min). Probablemente la profundidad del buceo esté limitada por el tiempo que le toma al animal descender y ascender, más que por las limitaciones fisiológicas que impone la presión del agua. Se ha visto también que un grupo de cachalotes tiende a dispersarse individualmente y en grupos pequeños, tanto horizontalmente como verticalmente cuando bucean, para posteriormente reagruparse al estar en la superficie (Watkins y Schevil 1977a).

Para el caso del Golfo de California, Randall et al. (2005) reportan que con base en cinco marcas satelitales colocadas a cinco cachalotes en la porción central del golfo, 92% de los buceos registrados oscilaron entre los 100 y 500 m, pasando 88% del tiempo sumergidos. Los buceos más profundos (1.9%) se hicieron entre los 1,250 y 1,500 m de profundidad. Por otro lado, la mayoría de los buceos (71%) duraron entre 15 y 35 min. Durante el día, los cachalotes hicieron la mayoría de los buceos a profundidades de entre 200 y 500 m, en donde el calamar gigante pasa la mayor parte de su tiempo, lo cual indica que esta especie de cetáceos buscaba su alimento en zonas en donde había mayor probabilidad de encontrar a la presa. Estos autores reportan también que el patrón de buceo de los cachalotes, tanto en el día como en la

noche, entre los 200 y 500 m, sugiere que buscan el calamar en la región superior de la capa mínima de oxígeno. En esta región fría e hipóxica, los calamares probablemente son más lentos, y reaccionen menos, volviéndose más susceptibles a la depredación, lo cual a su vez indica que los cachalotes han adoptado estrategias de caza en donde minimizan el esfuerzo de captura.

Los cachalotes son gregarios pero aún no se tiene el conocimiento completo sobre su organización social, a pesar de que se han llevado a cabo varios estudios en distintos océanos del mundo (Best 1979, Gordon 1987, Whitehead y Arnborn 1987, Whitehead y Waters 1990, Christal y Whitehead 1998). De acuerdo con Gordon (1987) los grupos sociales de hembras relacionadas matrilinealmente están con nados a las aguas tropicales y templadas entre los 40o sur a los 40o norte, mientras que los machos adultos se mueven hacia las aguas templadas y polares en las latitudes altas, durante el verano. Los machos adultos llevan un estilo de vida solitario y regresan a las zonas de reproducción mixtas en el invierno (Best 1979). Se sugiere que las condiciones óptimas de alimentación que se encuentran en las latitudes altas son la razón para la segregación sexual que existe en la especie.

Los cachalotes tienden a asociarse en dos tipos de grupos, las manadas para reproducirse y las de individuos solteros. Las primeras son manadas mixtas, conformadas por hembras de todas las edades, así como de machos inmaduros y machos jóvenes pubertos. Ocasionalmente algunos machos maduros de gran tamaño pueden llegar a acompañar estas manadas durante la época de reproducción. Generalmente están formadas por 36-100% de hembras, aunque el promedio es de un 78% de ellas. Clarke (1976b) y Gaskin (1970) han sugerido que las hembras se segregan en otras manadas de acuerdo con su estado reproductivo y que los cachalotes inmaduros también llegan a dejar estas manadas reproductivas para formar otras agrupaciones. Best (1979), Gambell (1972), Ohsumi (1971) han encontrado cachalotes inmaduros, hembras preñadas y lactando, así como aquellas que están en anestro, asociadas dentro de las mismas manadas pero en proporciones distintas.

El tamaño grupal frecuentemente encontrado para los cachalotes es de 20-40 individuos, con una media de 25 animales. Los cachalotes que forman parte de las manadas reproductivas, generalmente permanecen fuertemente unidos, por lo menos al mantenerse en la superficie. Al parecer, las hembras que se quedan en dichas agrupaciones lo hacen por largos períodos, van desde días hasta años. Algunas veces se han llegado a observar varias manadas juntas de cachalotes, de entre 3,000 y 4,000 individuos (Tomilin 1936).

Para el caso del Golfo de California, Gendron (1993) reporta grupos de 1 hasta 50 individuos, compuestos exclusivamente de machos, o machos y hembras con crías, que navegaban muy cerca y paralelamente entre sí, o a distancias de 500 m, sin alguna dirección aparente. Los buceos registrados oscilaron entre 15 y 35 minutos, con tiempos en superficie de 5 y 10 min. Por su parte, Jaquet et al. (2005) reportan tamaños de grupo promedio de 16 animales en el Golfo de California durante 1998-2004 (desviación estándar de 2.7, n=44), y de 8 para el Golfo de México durante 2002-2004 (desviación estándar de 1.4, n=16), representando los machos en el primer caso el 3% de los individuos identificados, mientras que para el caso del Golfo de México no fue posible identificar a durante los tres años de estudio. Por otro lado, estos mismos autores encontraron que la organización social, el tamaño grupal y la presencia de machos grandes en el Golfo de California es similar a lo reportado en otras áreas del Pacífico como Chile y Galápagos, y que no se observa para el Golfo de México. De esta manera, a pesar de que la única información disponible acerca de la estructura y organización social de la especie proviene del Pacífico sur, se comprueba que esta información no es representativa de

la especie, y que tanto la caza intensa que sufrieron los cachalotes en el Pacífico como el hábitat y las presiones de depredación de cada localidad pueden contribuir también a definir su organización social.

Las agrupaciones de solteros que forman los cachalotes consisten básicamente de machos adultos pubertos y machos sexualmente maduros, aunque no necesariamente son maduros socialmente. Los machos que se encuentran dentro de las agrupaciones de solteros generalmente están segregados, así que todos los miembros de una manada tienden a estar dentro de la misma categoría de edad y tamaño. Los tamaños grupales de estas manadas llegan a ser de hasta 50 individuos, sin embargo, el tamaño del grupo depende de la edad de los animales. Los grupos formados por machos pequeños, de menos de 12 m de largo, contienen un promedio de 22 individuos (Best 1979), mientras que los machos más grandes están frecuentemente solos y casi nunca se asocian en grupos de más de 6 individuos. Estos animales son los que generalmente se vinculan a las manadas reproductivas durante la época de reproducción. Suelen pasar unas cuantas horas con un grupo reproductivo en particular, ligándose con varios grupos de estos durante todo el transcurso de una época reproductiva (Whitehead y Arnborn 1987). Los cachalotes que forman las manadas de solteros generalmente se agrupan menos cohesivamente que las manadas reproductivas, y los machos suelen a veces dispersarse dentro de estos grupos tan lejos como un kilómetro de otro individuo. Estas asociaciones tampoco suelen ser tan estables como las formadas por las hembras. Un comportamiento particular que llevan a cabo los cachalotes es la “formación margarita”, en la cual cinco o más animales se juntan en un arreglo radial, con los rostros casi tocándose unos con otros (Nishiwaki 1962).

Los cachalotes producen una serie continua de clicks o pulsos agudos de banda amplia (Backus y Schevill 1966, Watkins 1980) y nunca se han escuchado en la especie chillidos producidos por otros odontocetos. Norris y Harvey (1972) reportaron que con base a la anatomía del cachalote, al parecer los clicks se producen por los labios valvulares del “museau de singe”, cuando el aire pasa del pasaje nasal derecho hacia el saco vestibular. El aire es reciclado al pasar hacia abajo a través del pasaje nasal izquierdo y regresado hacia arriba, al pasaje derecho. El órgano espermaceti es una cámara de reverberación y los sacos vestibulares y frontales, en sus extremos anterior y posterior, respectivamente, funcionan como espejos acústicos.

Cada click abarca un espectro amplio de frecuencias, usualmente entre los 10 y 16 kHz, pero varían entre los 0.2 y 32 kHz. Su duración puede estar entre los 2030 mseg y la intensidad del sonido varía hasta alcanzar un máximo de 80 dB, pudiendo llegar hasta los 10 km o más bajo el agua. Cada click se compone de 1-9 pulsos, cada uno de los cuales dura entre 0.1-2 mseg, separados por intervalos de 2-4 mseg. La producción de estas señales multi pulsos es característica de los cachalotes y el patrón y espaciamiento de los pulsos dentro de un click aparentemente es único para cada individuo.

Estos clicks se producen en secuencias regulares o trenes que pueden durar hasta 20 min sin interrupciones o cambios. La tasa de repetición puede ser tan lenta como 1 en 10 segundos o tan rápida como 90/seg, pero usualmente se producen entre 1 y 7/seg y las series largas tienden a ser más lentas y más regulares que las series cortas. Las secuencias estereotipadas de 1 seg de duración son llamadas “codas”, consisten de 3-40 clicks emitidos dentro de un patrón único, irregular y temporal que puede culminar con un tren de clicks, o bien puede darse de manera separada (Watkins y Shevill 1977b).

La función de dichos sonidos al parecer sirve para eco localizar y para comunicarse, aunque hacen falta más estudios para corroborar esto. Watkins et al. (1985) clasificaron el contexto social en los que varios sonidos son emitidos obteniendo: a) sonidos de contacto que constan de secuencias largas regulares emitidas cuando los animales están esparcidos durante buceos prolongados; b) sonidos sociales que están formados por secuencias largas variables emitidas durante aparente actividad social en la superficie; c) codas de identidad que constan de codas únicas individuales emitidas cuando un cachalote conoce a otro, sea en la superficie o en la profundidad; d) codas de uso general que están formadas por patrones estereotipados comunes a todos los cachalotes de un área y que se utilizan, al parecer, durante encuentros agonísticos.

Uso de hábitat.

Los cachalotes tienden a segregarse latitudinalmente en distintas clases de edad y sexo. Los animales más grandes y viejos tienden a migrar más lejos hacia los polos, mientras que las hembras y machos inmaduros permanecen más en zonas tropicales y templadas. En el sur, las hembras y machos jóvenes se distribuyen hasta los 40° S, mientras que en el hemisferio norte llegan hasta los 42° N en el Pacífico norte y entre los 45° y 50° N en el Atlántico norte. Hay un movimiento general de animales hacia los polos en el verano y a mediados del invierno los límites de distribución latitudinal están entre los 40o N y 30o S. Con base en análisis de sonidos (codas) en cachalotes durante la primavera 2002, otoño 2002 y primavera 2003, en el Golfo de California, se encontró que por lo menos dos clanes frecuentan la zona. Por otro lado, Cruz-Vizcaíno et al. (2005) confirman la hipótesis acerca de la existencia de por lo menos dos formas de cachalotes en el golfo, con base en el análisis de ácidos grasos.

Ámbito hogareño.

Los movimientos a grandes distancias documentados para cachalotes hembras son escasos. En ellos se reportan desplazamientos de aproximadamente 1,000 km (Dufault y Whitehead 1995, Whitehead et al. 1997), hasta 3,700 y 5,000 km (Ivashin 1983, Kasuya y Miyashita 1988, respectivamente). Para el Golfo de California, Jaquet et al. (2003) encontraron que siete hembras se desplazaron de las Islas Galápagos hacia el Golfo de California, viajando hasta 3,803 km. Este desplazamiento quedó registrado como uno de los más largos para las hembras de la especie. Al parecer dichos movimientos pudieran estar relacionados con a la variación en la disponibilidad de alimento en áreas específicas. Por ejemplo, en el Golfo de California, la biomasa del calamar gigante se incrementó durante la década de 1990, alcanzando un pico entre 1996- 1997 (Markaida y Sosa-Nishizaki 2001, Morales-Bojórquez et al. 2001), lo que parece relacionarse con el incremento en la abundancia de cachalotes durante el mismo periodo. Por otro lado, Whitehead et al. (1997) reportan que la abundancia de cachalotes alrededor de las Islas Galápagos durante la misma década de 1990 disminuyó, encontrándose pocas hembras en este lugar a finales de la década de 1990 (Christal y Whitehead 1997). De esta manera, al parecer, la abundancia de la especie en ciertas zonas está relacionada con la disponibilidad del alimento en otras.

Categoría de riesgo NOM-059-Semarnat-2001: sujeta a protección especial (Pr).

Otras clasificaciones. UICN: insuficientemente conocida (insufficiently known). CITES: Apéndice I. Endangered Species Act (ESA): en peligro (endangered). Marine Mammal Protection Act (MMPA): el stock de California-Washington está bajo la categoría de reducida (depleted) y estratégica (strategic).

Factores de riesgo.

Los cachalotes nunca fueron objeto de una cacería aborigen. La primera pesquería comercial directa hacia la especie comenzó en 1712 y estaba con nada básicamente al Océano Atlántico. Posteriormente, con el advenimiento de la Revolución Americana, esta pesquería se expandió rápidamente y las flotas norteamericanas empezaron a realizar viajes en el Océano Pacífico en 1791 y al Índico en 1830. A menor escala, también los ingleses y franceses cazaron cachalotes y debido a cuestiones económicas, esta pesquería disminuyó a finales del siglo XIX, siendo sustituido el aceite de esta especie por el petróleo como lubricante y como combustible de lámparas. Para la década de 1950, se descubrieron nuevos usos para el aceite de cachalote, por ejemplo, para cosméticos, jabones y aceite para máquinas. Al incrementarse esta demanda, la cacería se intensificó nuevamente, alcanzando un pico en el número de animales capturados para 1964.

Posteriormente, el número de animales cazados disminuyó, en parte por los límites de captura impuestos por la CBI. La Convención Internacional para la Regulación de la Cacería de Ballenas establecida en 1946 por la CBI fue ratificada por todas las naciones con pesquerías comerciales de cachalotes, a excepción de Chile y Perú, que lo hicieron en 1978. En dicha comisión se adoptaron varias disposiciones enfocadas a la conservación de los stocks de cachalotes. La CBI prohibió su cacería en todo el mundo en 1985. Japón es la única nación que continúa haciéndolo en la porción occidental del Pacífico norte.

Otro factor de riesgo para los cachalotes es el de las colisiones con embarcaciones mayores. La mortalidad adicional causada por este tipo de accidentes probablemente no sea reportada ya que los animales no se varan o si lo hacen, generalmente no presentan signos obvios de algún tipo de trauma. Con base en el análisis de marcas en la aleta caudal de cachalotes en individuos del Golfo de México y Golfo de California, Guerrero-De la Rosa et al. (2005) reportan que los individuos de la primera zona tienen más hoyos y muescas que los animales del Golfo de California, lo cual indica que en la primera región pudiera haber un mayor tráfico de embarcaciones que afecten a la especie. Una amenaza más para la especie son las pesquerías, ya que los cachalotes pueden ser capturados accidentalmente en redes agalleras puestas en mar abierto, o bien pueden causar pérdidas a otras al alimentarse de las presas capturadas por estas, como ha ocurrido en el Golfo de Alaska. Finalmente, la contaminación del medio marino es otro factor de riesgo que pudiera poner en peligro a algunas de estas poblaciones. Se han encontrado residuos de pesticidas órgano clorados (Aguilar 1983, Henry y Best 1983, Taruski et al. 1975, Wolman y Wilson 1970), de mercurio (Beary 1979) y de isótopos radioactivos (Umezu 1984) en los tejidos de cachalotes en algunas partes del mundo.

Pseudorca crassidens

Orca falsa (*Pseudorca crassidens*)



Descripción de la especie. La orca falsa es uno de los miembros más grandes de la familia Delphinidae; los machos llegan a alcanzar hasta 6 m de longitud, mientras que las hembras llegan casi a los 5 m. Existe un dimorfismo sexual en esta especie, los machos presentan un melón que se extiende más hacia la parte anterior de la cabeza que en el caso de las hembras.

Esta especie es en su mayoría negra o gris oscuro, usualmente con un blaze más claro en la superficie ventral entre las aletas pectorales. Son reconocidas fácilmente con su cabeza redonda, por su aleta dorsal pequeña y falcada localizada en la mitad del dorso y por sus aletas pectorales distintivas, las cuales cuentan con una protuberancia en el borde anterior. Los dientes de la especie son grandes y cónicos, con un total de 7 a 11 en la maxila y de 8 a 12 en la mandíbula inferior.

Distribución histórica estimada.

Esta especie se distribuye en todas las aguas tropicales y cálidas templadas del mundo y ocasionalmente se tienen registros en aguas frías templadas (Baird 2002).

Distribución actual, con poblaciones aún presentes.

Para el Caribe, De la Parra et al. (2000) reportaron el avistamiento de una orca falsa en los arrecifes de Nizuc, así como avistamientos en aguas adyacentes a Cancún e Isla Mujeres. Por su parte, Antochiw-Alonzo (2001) reportó el avistamiento masivo de orcas falsas en el Cuyo, Yucatán. En el Golfo de California se tienen más de 45 avistamientos (Vidal et al. 1993).

Microclima.

La orca falsa se caracteriza por presentar hábitos pelágicos, aunque suele aproximarse a las zonas costeras de islas oceánicas (Baird 2002).

Tipo de ambiente.

Leatherwood y Reeves (1983) reportan a la orca falsa como una especie que se distribuye en aguas templadas y tropicales de todo el mundo. De acuerdo con Baird (2002) también se han llegado a reportar en aguas templado-frías, aunque comúnmente se registran en zonas con temperaturas que oscilan entre 9 y 30.8o C (Stacey y Baird 1991, Miyazaki y Wada 1978).

Hábitat.

Las orcas falsas son típicas de aguas profundas.

Historia de vida.

La orca falsa, como mamífero, es una especie vivípara y homeoterma, que habita aguas cálidas y templadas, y que se caracteriza por tener hábitos pelágicos. Al parecer realizan movimientos hacia las costas relacionados con la disponibilidad de alimento o por el flujo de corrientes calientes (Tomilin 1957).

Tamaño poblacional.

No se tienen estimaciones sobre los tamaños poblacionales mundiales y las pocas estimaciones regionales que hay son imprecisas (Baird 2002). De acuerdo con Urbán et al. (1997a) no existe información sobre su abundancia en el Golfo de California.

Categoría de edad, tamaño o estadio.

Baird (2002) menciona que la especie es ligeramente dimórfica sexualmente, con el melón de los machos extendiéndose más hacia la porción anterior del rostro a diferencia de las hembras. En campo se puede distinguir a estas últimas del resto de los individuos con base en la presencia de crías.

Proporción sexual.

De acuerdo con Kasuya (1986) la proporción sexual es aproximadamente igual, aunque otros estudios reportan más hembras que machos (Peacock et al. 1936, Yamada 1956).

Reproducción.

La madurez sexual se alcanza entre los 8 y 14 años para ambos sexos, a una longitud de 3.66-3.72 m en los machos y de 3.49-3.64 en hembras. El período de gestación dura 16 meses y de acuerdo con Kasuya (1986) la tasa de crecimiento fetal es de 0.418 cm/día. La cría al nacer mide entre 1.57 y 1.83 m, pesando 80 kg y es amamantada durante 18 meses.

Alimentación.

La dieta de la orca falsa aparentemente es diversa, tanto en términos de especies como en el tamaño de la presa. En general suelen alimentarse de una gran variedad de calamares oceánicos y peces, aunque también se les ha observado consumir pequeños delfínidos liberados de las redes atuneras en el Pacífico oriental tropical. Se ha documentado el ataque de esta especie sobre una cría de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) así como a cachalotes (*Physeter macrocephalus*).

Conducta.

La orca falsa se considera una especie extremadamente social, la cual generalmente viaja en grupos de 20 a 100 individuos. No se tiene información sobre la organización social de la especie, sin embargo, son evidentes los lazos entre individuos del grupo, característica que se ha observado en aquellos animales que se varan en masa (el número más grande reportado es

de 800). Esta especie es muy activa durante el día y tienden a compartir el alimento (Baird 2002).

Otras clasificaciones.

UICN: insuficientemente conocida (insufficiently known). CITES: Apéndice II. NOM-059-Semarnat-2001: sujeta a protección especial (Pr).

Factores de riesgo.

Se han documentado varios tipos de interacciones entre la orca falsa y el hombre, por ejemplo, ocasionalmente esta especie suele robar los peces capturados tanto por pescadores comerciales como deportivos en lugares como Japón, Hawái, el Océano Índico y el Golfo de México. Este problema ha resultado en una gran amenaza para ciertas poblaciones, ya que por lo menos en Japón se han llegado a reportar grandes matanzas por parte de los pescadores para evitar mayores pérdidas en sus capturas. Por otro lado, esta especie suele ser ocasionalmente capturada en las pesquerías, tanto directamente como accidentalmente. Entre 1997 y 2001 se registraron cinco animales atorados en líneas con anzuelos en Hawái, lo cual representa aproximadamente un 4-23% del total de esfuerzo observado cada año y que se extrapola a una tasa promedio de interacción de 11.6 orcas falsas por año (95% CI = 4-25) en toda la pesquería (NMFS datos no publicados, Kleiber 1999). En el Golfo de México la estimación sobre mortalidad de la especie en las pesquerías durante 1997-2001 fue en promedio de 6.9 orcas falsas por año (NMFS datos no publicados, Kleiber 1999).

Por otro lado, la contaminación marina representa un factor de riesgo para la orca falsa. Se han observado algunos individuos de esta especie ingiriendo plásticos descartados. Además se han reportado altos niveles de toxinas en tejidos colectados de algunos animales varados. Sin embargo se desconoce si estas han contribuido a la inmunosupresión reportada en la especie (Baird 2002). De acuerdo con Urbán et al. (1997a) la orca falsa, junto con los calderones, son los delfines que con mayor frecuencia presentan varamientos masivos, pero en la mayoría de los casos se desconocen las razones por las cuales ocurren estos eventos.

Delfín moteado (*Stenella attenuata*)

Descripción.

El delfín manchado pantropical presenta un cuerpo ligeramente delgado, una aleta dorsal relativamente pequeña, muy falcada y moderadamente larga. Las aletas pectorales son puntiagudas y los machos adultos presentan un pedúnculo caudal grueso y un bulto notorio por detrás del ano. El rostro de esta especie es angosto, blanco en su punta y conspicuo en algunas poblaciones, siendo una marca confiable para distinguir entre estas en el campo. Los adultos suelen tener una máscara negra, visible de perfil o de frente, así como una franja oscura que va de las aletas pectorales hacia la mandíbula. Esta especie presenta entre 35 y 48 pares de dientes en la maxila y entre 34 y 47 en la mandíbula (Reeves et al., 2002).

El patrón básico de coloración incluye un dorso gris oscuro que desciende hacia los costados por delante y debajo de la aleta dorsal. El color gris claro del vientre se funde hacia arriba en la región del pedúnculo caudal, ensanchándose en una franja por detrás de la aleta dorsal. Esta aleta, junto con las pectorales y la caudal, son de color gris oscuro, presentando las primeras dos, manchas en los animales adultos. La cantidad de manchas presentes en estos

delfines varía entre individuos y entre regiones geográficas. La raza del delfín manchado pantropical "de cuerpo grande", que se distribuye en aguas costeras del Pacífico oriental, es la variedad que se encuentra más intensamente manchada. En otras áreas como el Golfo de México, Hawai y el Océano Atlántico central, cerca de Santa Helena, los animales presentan manchas dorsales pequeñas, ocasionando que al observarse los adultos a grandes distancias, se vean aparentemente sin manchas (Reeves et al., 2002).

Por otro lado, las crías al nacer carecen de manchas y los animales jóvenes empiezan a adquirir manchas oscuras en la superficie ventral cuando alcanzan una longitud de 1.5 m. Posteriormente les empezarán a brotar manchas claras en la superficie dorsal. Los animales adultos miden entre 160 y 260 cm de largo, pesando hasta más de 100 kg, de acuerdo a la zona geográfica (Leatherwood et al., 1988). Por otro lado, Perrin (2002) menciona que los animales sexualmente maduros pueden medir entre 166 y 257 cm y pesar hasta 119 kg (un macho de 257 cm). En promedio los machos suelen ser ligeramente más grandes que las hembras en tamaño corporal y características craneales. De acuerdo a Leatherwood et al. (1988) las crías al nacer miden aproximadamente 80 cm de longitud.

La subespecie oceánica del norte y la oceánica del sur suelen ser subespecies relativamente más chicas, más ligeras, con menos manchas y con dientes más pequeños que la forma costera, que es más robusta (Leatherwood et al., 1988).

Información sobre especies similares.

El delfín manchado del Atlántico se pudiera confundir con el delfín manchado pantropical, sin embargo esta primera especie tiene un cuerpo más pesado y robusto, además de estar más densamente manchado y tener una mancha clara en el hombro (blaze) (Reeves et al., 2002).

Por otro lado, también pudiera confundirse *Stenella attenuata* con los tursiones, en el caso de *Tursiops truncatus*, ambas especies difieren debido a que esta última es una especie más robusta, que carece de la franja dorsal oscura, presente en todos los delfines manchados pantropicales (*Stenella*). Por otro lado, el tursión del Indopacífico (*T. aduncus*) suele tener motas oscuras y puntos en el vientre y los costados, aunque este patrón de manchas no suele ser tan denso como en *S. attenuata* (Reeves et al., 2002).

El delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) es otra especie que se puede confundir con el delfín manchado pantropical, pero difieren entre sí debido a que la primera especie carece del patrón de manchas en su cuerpo, además de que la forma de su cabeza es muy distintiva al carecer de un melón marcado. La frente de esta especie desciende suavemente desde la fosa nasal hasta el rostro largo y angosto. Por otro lado, el color de esta especie es oscuro en el dorso y claro en los costados, con un vientre y garganta blancos. Usualmente el delfín de dientes rugosos tiene manchas oscuras o puntos en los costados, garganta y vientre, además de que suele presentar cicatrices blancas y amarillas en el cuerpo. Una característica distintiva de esta especie son los labios blancos, y aunque la superficie dorsal del rostro es oscura, la punta generalmente es blanca (Reeves et al., 2002).

Distribución.

El delfín manchado pantropical se distribuye en las aguas tropicales y cálidas de todo el mundo. Se encuentra al norte en Massachusetts, las Islas de Cabo Verde, la porción norteña del Mar Rojo, El Golfo Pérsico, el Mar de Arabia, la Bahía de Bengala, al sur y al este del Mar de

China, la costa Pacífico del norte de Honshu, las Islas de Hawai y Baja California Sur. Al parecer es una especie rara en el Condado de Santa Cruz en California y la Bahía Cold en la Península de Alaska. También se distribuye al sur en Uruguay, Santa Helena, Cabo Provincia, el Mar de Timor, Nueva Zelanda y cerca de los 35o S de Talca, Chile (Rice, 1998). Esta especie varía geográficamente en medidas craneales y postcraneales, así como en tamaño corporal y coloración (Perrin 1970, 1975a, b; Perrin et al., 1987), aunque en la mayoría de su área de distribución no se ha intentado la división a subespecies debido a la falta de especímenes disponibles. Sin embargo en algunas partes del Pacífico central y oriental, Perrin (1975b) distinguió las subespecies Hawaianas, oceánicas y costeras, las dos primeras aún no han sido nombradas.

S. a. subespecie B de Perrin (1975b): se encuentra en aguas costeras alrededor de las Islas Hawaianas y se conoce como la "marsopa manchada de Hawai" de Perrin (1975b).

S. a. subespecie A de Perrin (1975b): se distribuye en el Pacífico oriental tropical desde los 145o W, al este de las aguas oceánicas inmediatas que se encuentran entre Baja California Sur y Colombia. Esta variedad es la "marsopa manchada oceánica del Pacífico oriental" de Perrin (1975b).

S. a. *graffmani* (Lönnerberg, 1934): se distribuye en aguas costeras dentro de los 25 km de tierra, entre el Golfo de California y Colombia. Esta subespecie corresponde a la "marsopa manchada costera del Pacífico oriental" de Perrin (1975b) y al "delfín manchado costero" de Dizon et al. (1994).

De acuerdo a Leatherwood et al. (1983), la forma costera del delfín manchado pantropical se distribuye continuamente a lo largo de las costas de México, Centro y Sudamérica, hasta el sur del Ecuador. Se puede observar hacia adentro del Golfo de California, hasta aproximadamente los 28o N.

Por otro lado, la forma oceánica se distribuye desde el sur de Cabo San Lucas, hasta por debajo del Ecuador y al oeste de los 145o W.

En la porción occidental del Atlántico norte, se distribuye en el Golfo de México, mientras que en el Caribe se suele avistar poco (Ward et al., 2000). Jefferson y Schiro (1995) reportan a la especie para la costa del Golfo de México.

Hábitat.

Würsig et al. (2002) reporta que la especie se avista en aguas de una profundidad mayor a los 100 m, y además está presente durante todo el año en el Golfo de México (Ward et al., 2000). Particularmente la subespecie oceánica, *S. a. graffmani*, habita las masas de agua tropicales, ecuatoriales y subtropicales del sur.

Macroclima.

El delfín manchado pantropical es una especie oceánica, aunque algunas poblaciones suelen habitar zonas costeras. La subespecie B de Perrin (1975b) se encuentra en aguas costeras alrededor de las Islas de Hawai; la subespecie A de Perrin (1975b) se distribuye en aguas oceánicas del Pacífico oriental tropical; y *S. a. graffmani*, se ha registrado en aguas costeras entre Baja California y la costa noroccidental de Sudamérica (Reeves et al., 2002).

Leatherwood et al. (1988) reportan que la forma costera está normalmente confinada en aguas que se encuentran dentro de los 50 km de la costa, mientras que la forma oceánica se ha visto a una distancia de 20 km de la costa, aunque generalmente se distribuye lejos de la misma. Pérez-Cortés et al. (2000) reportan que el delfín manchado oceánico o de altamar se distribuye en aguas más oceánicas aproximadamente a más de 20 mn de la costa, mientras que la costera (*S. a. graffmani*) lo hace más cerca de la costa en una franja de aproximadamente 25 km de ancho.

Tipo de ambiente.

Jefferson et al. (1993) reporta a la especie en todas las aguas tropicales y algunas subtropicales que se encuentran entre los 30 y 40o N hasta los 20-40o S. Por su parte Reeves et al. (2002) mencionan que esta especie se encuentra en todas las aguas oceánicas tropicales y cálido templadas, entre los 40o N y 40o S.

De acuerdo a Carwardine (1995), la especie se distribuye principalmente en zonas en donde la temperatura del agua es mayor a los 23o C. Perrin y Hohn (1994) reportan que la subespecie oceánica (*S. a. graffmani*) es más abundante en aguas que se caracterizan por una termoclina marcada a profundidades de 50 m o menos, con una temperatura superficial de más de 25o C, y salinidad de menos de 34 partes por mil.

Para el Golfo de México Baumgartner et al. (2000) reportaron que durante la temporada primaveral de 1992-1994, el delfín manchado pantropical se distribuyó sobre la parte inferior de la plataforma continental y a profundidades de más de 1,000 m.

Estrategia trófica.

El delfín manchado pantropical se alimenta de pequeños peces pelágicos de 18 familias, así como de cefalópodos de por lo menos 8 familias y crustáceos. La mayoría de sus presas se encuentran cerca de la superficie o en la columna de agua. En el Pacífico oriental tropical los delfines se asocian con cardúmenes de atún, delfines tornillo y aves. Al parecer dichas asociaciones les ayudan a mejorar su eficiencia de búsqueda de alimento, les da protección de depredadores o simplemente les proveen un cierto grado de orientación en el ambiente pelágico (Reeves et al., 2002).

La subespecie costera del Pacífico oriental tropical se alimenta de peces pequeños epipelágicos, calamares y crustáceos (Robertson y Chivers, 1997) En otras regiones al parecer consumen principalmente peces voladores (Perrin, 2002). Este mismo autor menciona que la dieta de la especie en el Pacífico oriental se traslapa en gran cantidad con la del atún de aleta amarilla, T. albacares, mientras que la dieta de la forma costera de cuerpo grande se desconoce, aunque pudiera incluir peces bentónicos.

Román et al. (2004) reportan que con base en el análisis del contenido estomacal y la razón de isótopos estables, el delfín manchado se alimenta por calamares epipelágicos y peces mesopelágicos principalmente, teniendo una estrategia de alimentación generalista.

Biología de poblaciones.

Se han estimado alrededor de 2 millones de delfines manchados pantropicales en el Pacífico oriental tropical y varias decenas de miles en la parte norte del Golfo de México (Reeves et al., 2002).

El tamaño poblacional mundial se estima en más de 3 millones de individuos, de los cuales, al parecer hay 2 millones en el Pacífico oriental tropical, 400,000 en aguas japonesas del Pacífico occidental, 13,000 fuera de la porción oriental de Estados Unidos y varias decenas de miles en la parte norte del Golfo de México (Reeves et al., 2002).

Comportamiento.

El delfín manchado pantropical es una especie muy gregaria. En aguas oceánicas se encuentran formando grupos de cientos o miles de individuos. Estas grandes agregaciones incluyen varias unidades sociales pequeñas, las cuales están conformadas por menos de 20 individuos, los cuales permanecen cerca unos de otros físicamente, saliendo a superficie a respirar sincrónicamente, así como al bucear. Estos grupos pueden consistir completamente en hembras adultas con animales jóvenes, o bien sólo de jóvenes o machos adultos. Estos grupos son fluidos también, aunque las bandas formadas por los machos adultos tienden a ser estables y a moverse con bastante precisión. Los grupos de delfines manchados pantropicales generalmente suelen estar asociados con manadas de delfines tornillo (*S. longirostris*) (Reeves et al., 2002).

Leatherwood et al. (1988) reportan que los delfines manchados pantropicales de la forma costera generalmente se encuentran en grupos de menos de 100 animales. En Hawai se les ha observado saltando muy alto de la superficie del agua, arqueando el cuerpo. También exhiben otro tipo de acrobacias aéreas, así como también tienden a navegar las olas de las embarcaciones. Sin embargo, en aquellas zonas en donde se utilizan para ubicar la presencia de atunes, generalmente se alejan rápidamente de las embarcaciones que se les aproximan (Reeves et al., 2002). Al navegar pueden alcanzar rachas de hasta 22 km/h y bucean por periodos de hasta 3.4 m.

Ámbito hogareño.

Reeves et al. (2002) reporta que con base en marcas, el ámbito hogareño del delfín manchado pantropical, en el Pacífico oriental tropical abarca aproximadamente entre 200 y 300 millas náuticas en diámetro y que su distribución total se mueve hacia la costa en el otoño e invierno, y hacia zonas más profundas y oceánicas en la primavera.

Perrin et al. (1987) reportan que los movimientos netos a corto plazo de los grupos oscilan entre las 30- 50 millas náuticas por día.

Reproducción.

Al parecer el sistema de apareamiento de la especie es promiscuo. Los animales sexualmente maduros pueden medir entre 166 y 257 cm y pesar hasta 119 kg (un macho de 257 cm). Las hembras alcanzan la madurez sexual entre los 9 y 11 años y los machos entre los 12 y 15 (Perrin, 2002). Las crías de la especie nacen todo el año, aunque existen algunos picos estacionales. El periodo de gestación es de 11.2-11.5 meses (Perrin y Hohn, 1994). El periodo de lactancia dura un año por lo menos, aunque se puede extender hasta 2 años, aún cuando las

crías ya comienzan a ingerir alimentos sólidos entre los 3 y 6 meses de edad. El intervalo entre nacimientos es de 2 años y medio hasta casi 4, según la población (Reeves et al., 2002).

Estado de conservación.

NOM-059-SEMARNAT-2001 Pr sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr sujeta a protección especial CITES, Apéndice II.

Delfín tornillo (Stenella longirostris o Stenella coeruleoalba)

Descripción.

El delfín tornillo presenta un cuerpo generalmente delgado, aunque puede llegar a haber animales muy robustos, dependiendo de la población. La configuración básica del cuerpo incluye un melón relativamente plano y un rostro largo, angosto y muy bien definido. La aleta dorsal está ubicada en la porción media del cuerpo, es erecta y puede ser tanto ligeramente falcada o triangular. En algunos machos adultos del Pacífico oriental, la aleta pueda dirigirse hacia delante, dando la impresión de que está al revés. Estos machos también presentan un bulto en la superficie ventral del pedúnculo caudal. Las aletas pectorales se van ahusando hasta cierto grado y son algo puntiagudas en sus bordes (Reeves et al., 2002).

Leatherwood y Reeves (1983) reportan que la variedad de Costa Rica es la más grande, midiendo los machos 2.2 m y las hembras 2.1 m de longitud. Por otro lado, la variedad oriental es más corta, alcanzando los machos 1.9 m y las hembras sólo 1.8 m. Finalmente la variedad panza blanca mide aproximadamente 2 m de longitud, siendo similar a la hawaiana. Por su parte, Perrin y Gilpatrick (1994) registraron una longitud en el adulto de 129-235 cm, aunque no especifican la subespecie a la cual pertenecen los ejemplares de la muestra. Con base en una muestra de 67 individuos colectados en la Bahía de La Paz de la variedad oriental, las longitudes máximas registradas fueron de 188.5 cm en el macho y de 186 cm para las hembras (Pérez-Cortés, 1994) en ejemplares de 12 y 15 años de edad respectivamente (Sánchez, 1996). Carwardine (1995) menciona que pueden llegar a pesar los adultos entre 45 y 75 kg. Las crías al nacer llegan a nacer midiendo en promedio 77 cm, tanto para la variedad oriental, como para el delfín tornillo panza blanca (Leatherwood y Reeves, 1983). Esta especie presenta entre 42 y 64 pares de dientes en la maxila y entre 41 y 62 en la mandíbula (Reeves et al., 2002).

La variación geográfica en la configuración corporal y el patrón de coloración es más pronunciada en el delfín tornillo que en cualquier otra especie de cetáceo (Perrin, 1972; 1975a, b; Perrin et al., 1981).

El patrón básico de coloración es generalmente oscuro en el dorso, aunque esta porción oscura no está presente en todas las poblaciones. Cuando sí lo está, el margen inferior corre casi paralelamente al eje del cuerpo y no se baja hacia los costados, los cuales son de un gris claro. La maxila suele ser gris, mientras que la mandíbula es blanca, al igual que el vientre, pero la punta del rostro es oscura así como el margen que se encuentra a lo largo de la línea de la boca. El delfín tornillo presenta una franca que corre del ojo hacia la aleta pectoral, extendiéndose por adelante del ojo para emerger con el borde oscuro de la boca. Este patrón general de coloración puede estar completamente oscuro como se observa con los delfines de la porción más retirada del Pacífico oriental, los cuales se ven todos grises. Los delfines que se distribuyen en zonas más oceánicas en el Pacífico tienden a presentar una apariencia

intermedia, entre el gris de los animales orientales y de los animales con el patrón de coloración estándar, considerándose híbridos entre los dos.

De acuerdo a las variantes en la coloración y forma corporal, Perrin (1990) nombró tres subespecies:

S. l. longirostris: esta subespecie se encuentra principalmente alrededor de islas oceánicas en el Atlántico tropical, en el Océano Índico, así como en la porción central y occidental del Pacífico, al este de los 145o W. Todas las poblaciones regionales que están consideradas bajo esta subespecie difieren unas de otras en tamaño y en otras características, por lo que es necesario que se lleven a cabo más estudios para indicar si es necesario reconocer subespecies adicionales (Perrin, 1998). Particularmente se tienen bien diferenciadas la forma enana del delfín tornillo en el Golfo de Tailandia y al norte de Australia, la cual pudiera ser similar a los pequeños delfines presentes en el Mar de Molucca y el Estrecho Torres, los cuales fueron denominados previamente como *S. roseiventris* (Wagner, 1846) (Perrin et al., 1989). Erróneamente se aplicó el nombre *roseiventris* a los especímenes Hawaianos (Brown et al., 1966; Morris y Mowbray, 1966; Scheffer y Rice, 1968). Por otro lado Robineau y Rose (1983) reportan que los delfines tornillo del Océano Índico noroccidental son más pequeños y que poseen una ligera diferencia en el patrón de coloración. Perrin (1990) propuso el nombre de "delfín tornillo de Gray" para esta raza; el "delfín tornillo Hawaiano" de Perrin (1975b) se incluye aquí. El "delfín tornillo de vientre blanco" de Perrin (1975b) y el "delfín tornillo sureño" de Perrin et al. (1979) son niveles intermedios o híbridos entre esta raza y la siguiente.

S. l. orientalis (Perrin, 1990): esta especie es la denominada "marsopa tornillo oriental" de Perrin (1975b) y el "delfín tornillo oriental" de Perrin (1990).

S. l. centroamericana (Perrin, 1990): esta especie representa al "delfín tornillo de Costa Rica" de Perrin (1975b) y el "delfín tornillo de Centro América" de Perrin (1990).

S. l. roseiventris: Esta subespecie es reportada por Reeves et al. (2002), y no es considerada como una tercera subespecie por Rice (1998) y es una forma enana de la especie.

Información sobre especies similares.

El delfín tornillo puede confundirse con el delfín de Clymene (*S. clymene*), ya que se encuentra también a lo largo de sus zonas de distribución en el Atlántico tropical. Sin embargo, a pesar de la dificultad que es el distinguir a las dos especies, el delfín de Clymene tiene una franja gris oscuro que corre del ojo hacia la aleta pectoral, adelgazándose anteriormente. La coloración gris oscura del dorso cae en forma de "V", por debajo de la aleta dorsal, y el rostro de esta especie es mucho más corta, presentando un patrón de coloración más marcado que el del delfín tornillo (Reeves et al., 2002).

Por otro lado, el delfín manchado Pantropical (*S. attenuata*) se distribuye de igual manera que el delfín tornillo, sin embargo se distinguen ambas especies ya que el delfín manchado presenta motas, las cuales pueden ser ligeras o prominentes, también presenta un rostro corto y más ancho y grueso, así como una aleta dorsal mucho más falcada. Además la coloración gris oscura de la porción superior del dorso del delfín manchado, cae hacia los costados por debajo y por la parte anterior de la aleta dorsal y se interrumpe por detrás ésta por una franja ancha gris que se extiende por el pedúnculo caudal (Reeves et al., 2002).

Distribución.

La variación geográfica en la configuración corporal y el patrón de coloración es más pronunciada en el delfín tornillo que en cualquier otra especie de cetáceo (Perrin, 1972; 1975a, b; Perrin et al., 1981). De esta manera, Perrin (1990) expresó esta variación nombrando tres subespecies.

S. l. longirostris: De acuerdo a Reeves et al. (2002) es la subespecie más ampliamente distribuída. Rice (1998) reporta que se encuentra principalmente alrededor de islas oceánicas en el Atlántico tropical, en el Océano Índico, así como en la porción central y occidental del Pacífico, al este de los 145o W. Se distribuye al norte de Nueva Jersey, Senegal, el Mar Rojo, el Golfo de Omán, el Mar de Arabia, Sri Lanka, el Mar de Andaman, el Golfo de Tailandia, al sur de Honshu, y en las Islas de Hawai. Al sur se distribuye al sur de Paraná en Brasil, Santa Helena, Cabo Provincia, el Mar Timor, Queensland y las Islas de Tonga y es algo escaso en Nueva Zelanda.

S. l. orientalis: Se encuentra en el Pacífico, al este de 145o W y entre los 24o N de Baja California y 10o S de Perú, reemplazando a *S. l. longirostris* (Reeves et al., 2002).

Cabe mencionar que existe un híbrido entre las dos subespecies anteriormente mencionadas que se encuentra a través de la mayoría de las aguas oceánicas del Pacífico oriental tropical, conocido como "delfín tornillo panza o vientre blanco" o "delfín tornillo occidental" (Reeves et al., 2002).

S. l. centroamericana: Habita aguas costeras de la plataforma del Pacífico oriental entre el sur de México y Costa Rica (Reeves et al., 2002).

S. l. roseiventris: Esta subespecie es reportada por Reeves et al. (2002), y no es considerada como una tercera subespecie por Rice (1998). Se distribuye en aguas costeras someras de Asia suroriental, de Malasia al norte de Australia y es una forma enana de la especie.

En Sinaloa se ha documentado a 45 km frente a Mazatlán; a 12 km al N de Mazatlán, Bahía de Navachiste (Vidal, 1991).

La distribución del delfín tornillo en el Pacífico y Noroeste de México es bien conocida. Está presente en todos los estados de la región, con avistamientos documentados principalmente de la subespecie oriental (*S. l. orientalis*). Se ha llegado a reportar la presencia del delfín tornillo hawaiano o vientre blanco en la zona (*S. l. longirostris*), sin embargo al parecer se trata de un híbrido entre las dos subespecies (delfín tornillo panza o vientre blanco) (Perrin, 1990; Vidal et al., 1993).

En el Atlántico Noroccidental se ha reportado a la especie en Florida, el Golfo de México y el Caribe (Würsig et al., 2000). Frazier (1998) reportó un varamiento de la especie en Yucatán y Delgado et al. (1998) en la costa sureste del Golfo de México, en Quintana Roo. Por su parte, Antochiw y Manzano (2004) mencionan que de 62 avistamientos de cetáceos en la plataforma de Yucatán, el delfín tornillo conformó el 4.84% de éstos. Se cree que la distribución histórica de la especie en México es similar a la actual.

Hábitat.

El delfín tornillo es una especie pelágica y tropical que según sus variantes pueden habitar aguas oceánicas o aguas someras y costeras (Reeves et al., 2002).

Macroclima.

El delfín tornillo es una especie oceánica. La subespecie *S. l. longirostris* se concentra alrededor de islas oceánicas del Atlántico tropical, del Océano Atlántico, Índico y Pacífico central y occidental (Reeves et al., 2002). *S. l. orientalis* también es una subespecie oceánica, ocupando desde la punta de Baja California hasta el Ecuador por el sur y hasta unos 125 o lejos de la costa. *S. l. centroamericana* es costera, aparece sólo en una banda estrecha de agua de menos de 150 km de ancho a una distancia considerable de Centroamérica occidental (Carwardine, 1995). *S. l. roseiventris*, es la subespecie más costera ya que habita aguas costeras someras (Reeves et al., 2002).

Leatherwood y Reeves (1983) mencionan que con excepción de la forma hawaiana, la forma de Costa Rica y la población del Golfo de México, las cuales se aproximan cerca de la costa ocasionalmente, todos los delfines tornillo son oceánicos y de grandes profundidades. Würsig et al. (2000) reportan que en el Golfo de México se encuentran en aguas profundas de más de 100 m. El delfín tornillo se alimenta en general de pequeños peces mesopelágicos, de calamares y de camarones que se encuentran entre 200 y 300 m de la superficie (Reeves et al., 2002). Perrin y Gilpatrick (1994) y Dolar (1999) han reportado que la forma pelágica de delfín tornillo se alimenta de especies mesopelágicas y calamares, buceando a profundidades de 600 m o más.

Tipo de ambiente.

Esta especie se considera como pantropical, aunque se distribuye en los trópicos y subtrópicos, en una serie de poblaciones geográficas discretas. Raramente se observa en latitudes altas de más de 30° N y 30° S y es definitivamente más abundante en los Trópicos de Cáncer y Capricornio (Reeves et al., 2002).

Uso de hábitat.

La forma más estudiada en este sentido es la hawaiana, la cual se alimenta en la noche, cuando la capa de animales que se encuentra en el fondo migra verticalmente hacia la superficie. Los grupos pequeños se unen formando agrupaciones muy grandes (sociedad de fisión-fusión), las cuales se mueven hacia aguas más profundas para alimentarse durante la noche. Durante el momento de descanso y socialización esta gran manada se rompe en pequeños grupos de doce animales, pasando este tiempo en bahías o lagunas durante el día (Reeves et al., 2002).

Bazúa (2004) menciona que la distribución de la especie a lo largo de las costas de las islas Hawaianas parece estar determinada por la presión de depredación, el clima y la disponibilidad de alimento, sin embargo aún se desconoce si estas animales escogen un área sobre otra. Esta autora reporta que durante 1998 a 2000 los delfines tornillo de Hawai usaron activamente las aguas costeras de las islas, permaneciendo varias horas en algunos lugares descansando o pasando poco tiempo en ellos. El uso de las bahías por estos delfines parece involucrar un proceso de selección que toma en cuenta el estado del mar, el tamaño de las olas, la profundidad y la presión de depredación y al parecer no es oportunista el uso. Por otro lado, el tipo de sustrato, la visibilidad y la temperatura y salinidad del agua al parecer tienen poca importancia en la selección de las bahías ocupadas por varias horas. Además reporta que

los delfines en descanso prefieren aguas someras y calmadas que no necesariamente tenían un sustrato claro y mejor visibilidad, indicando al parecer que durante esta actividad continúan monitoreando el ambiente mediante la audición pasiva y no solamente la visual.

Estrategia trófica.

El delfín tornillo se alimenta en general de pequeños peces mesopelágicos (Reeves et al., 2002; Román et al., 2004), así como de calamares y de camarones que se encuentran entre 200 y 300 m de la superficie. En Hawai esta especie se alimenta en la noche, cuando la capa de animales que se encuentra en el fondo migra verticalmente hacia la superficie. Por otro lado, la forma enana de la especie que se encuentra en Asia suroriental se alimenta de organismos bentónicos y de arrecifes de coral (Reeves et al., 2002).

Biología de poblaciones.

Estimaciones recientes (finales de 1980s) de la población de la variedad oriental en el Pacífico Oriental tropical es de 580,000 ejemplares (Reeves et al., 2002).

La población de delfines tornillo probablemente se encuentra a menos de la mitad de lo que estaba antes de que empezara la pesca del atún a finales de 1950s. Perrin (1998) menciona que la forma oriental se ha reducido a menos de un tercio de su tamaño original. Estimaciones recientes (finales de 1980s) de las dos poblaciones en el Pacífico Oriental tropical, y que han sido las más afectadas por este tipo de pesquería, andaban en ese entonces en 580,000 ejemplares para *S. l. orientalis* y en casi 1 millón de la población de vientre blanco o suroccidental, considerados como los híbridos entre *S. l. orientalis* y *S. l. longirostris* (Reeves et al., 2002).

Por su parte la subespecie de Hawai, al no ser afectada por la pesca del atún han permanecido abundantes a lo largo de sus zonas de distribución. La población residente a lo largo de la costa Kona de Hawai anda en aproximadamente 2,000 ejemplares (Reeves et al., 2002).

En el norte del Golfo de México hay algunos miles de animales. En el resto del mundo no hay buenas estimaciones de abundancia sobre la especie.

Comportamiento.

El delfín tornillo recibe este nombre debido a su hábito único de saltar fuera del agua, a gran altura y dar vueltas o girar sobre su eje longitudinal. Durante un solo salto puede llegar a dar 4 vueltas. Usualmente una serie de saltos de este tipo inician con el salto más alto, pasando hasta 3 m de la superficie del agua, siendo cada salto posterior menos vigoroso. El delfín tornillo puede saltar hasta 14 veces dentro de una serie de saltos (Reeves et al., 2002). Carwardine (1995) reporta que en muchas zonas salta las olas de los barcos, navegando en ocasiones las olas de éstos. Sin embargo menciona también que en el Pacífico oriental tropical es mucho más nervioso y que pocas veces se aproxima a las embarcaciones en las Antillas menores, en el Caribe. Cuando navegan pueden transformar el agua en espuma.

Se trata de una especie gregaria, dependiendo el tamaño grupal de las circunstancias. En mar abierto puede haber grupos de varios miles, compuestos por grupos más pequeños; mientras que en zonas costeras pueden vivir en grupos de unas pocas docenas, hasta algunos cientos. En Hawai, grupos pequeños se unen formando agrupaciones muy grandes (sociedad de fisión-

fusión), las cuales se mueven hacia aguas más profundas para alimentarse durante la noche. Durante el momento de descanso y socialización esta gran manada se rompe en pequeños grupos de doce animales, pasando este tiempo en bahías o lagunas durante el día. Algunas otras pequeñas poblaciones cerca de atolones presentan una estructura grupal más rígida y más cercana, sin la evidencia de fisión diurna (Reeves et al., 2002).

El delfín tornillo suele asociarse con el delfín manchado tropical (*S. attenuata*), y atunes de aleta amarilla, además de que puede ser visto con otros cetáceos en todo el ámbito de distribución (Carwardine, 1995). Dentro de esas especies se encuentra el calderón (*Globicephala macrorhynchus*), orcas pigmeas (*Feresa attenuata*) y el calderón pigmeo (*Peponocephala electra*) (Leatherwood y Reeves, 1983). Estos mismos autores reportan que en la costa occidental de África se les ha llegado a observar con delfines comunes (*Delphinus delphis*).

Ámbito hogareño.

Perrin (1998) reporta que los movimientos máximos de individuos en Hawai son de 113 km en 1220 días, mientras que en el Pacífico oriental es de 275 millas náuticas por más de 395 horas.

Reproducción.

El delfín tornillo es una especie promiscua. Los machos adultos forman coaliciones de hasta 12 individuos, aunque la función de estas se desconoce (Perrin, 2002). Esta especie puede tener crías en cualquier época del año, sin embargo todas las poblaciones que han sido estudiadas exhiben uno o más picos estacionales, que varían de acuerdo a las poblaciones geográficas. El periodo de gestación reportado para esta especie es de aproximadamente 10 meses y medio, con un periodo de lactancia de uno a dos años. El intervalo entre nacimientos es de aproximadamente 3 años (Reeves et al., 2002). De acuerdo a Leatherwood y Reeves (1983) el destete ocurre después de los 7 meses.

Leatherwood y Reeves (1983) reportan que la información reproductiva más completa para la especie proviene de la variedad oriental. Los machos alcanzan la madurez sexual a los 1.7 m y las hembras a los 1.65 m. Perrin (2002) reporta que los machos alcanzan la madurez sexual a los 7-10 años, mientras que las hembras entre los 4 y 7 años de edad, y presentan una ovulación espontánea.

En el Golfo de México, la madurez sexual la alcanzan a una longitud mayor, de 1.9 m, con un peso de 55 a 60 kg. La edad de madurez sexual para los machos es similar en ambas poblaciones (10 a 12 capas de crecimiento en los dientes), pero las hembras de la variedad oriental maduran más rápido, en promedio al alcanzar 5.5 capas, a diferencia de las hembras del Golfo de México, que lo hacen al tener entre 7 y 10 capas.

Estado de conservación.

NOM-059-SEMARNAT-2001 Pr sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr sujeta a protección especial CITES, Apéndice II.

Delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*)

Descripción.

El delfín de dientes rugosos se puede distinguir claramente de otras especies a corta distancia. Es el único delfín que no presenta un melón distintivo. Estos animales son particularmente delgados y la porción anterior de su cuerpo es fornida o rechoncha. Las aletas pectorales se localizan más hacia la parte posterior del cuerpo a diferencia de la mayoría de los pequeños cetáceos y equivalen al 17-19% de la longitud del cuerpo. La aleta dorsal es alta y ligeramente curvada. Algunos machos grandes presentan una joroba de tejido conectivo posterior al ano, lo cual da la apariencia de una quilla pronunciada y las hembras suelen presentar rostros más largos. Por otro lado, los machos suelen ser más grandes que las hembras, alcanzando 265 cm los primeros y 255 cm las hembras. El peso máximo reportado es de 155 kg (Jefferson, 2002).

El patrón de coloración del delfín de dientes rugosos es moderadamente complejo y consiste de sombras negras, blancas y grises. Presentan un vientre blanco y un dorso negro-grisáceo. Los costados suelen ser grisáceos y se distinguen del dorso negro por la presencia de una franja dorsal que es angosta entre las fosas nasales y la aleta dorsal, haciéndose ancha por detrás de ésta. La parte inferior de los costados y el área de la boa generalmente presentan puntos y parches blancos. Se cree que la mayoría de estas manchas son cicatrices de mordeduras ocasionadas por pequeños tiburones. Los delfines más pequeños presentan una coloración más homogénea y carecen de manchas blancas (Miyazaki y Perrin, 1994).

El cráneo de un delfín de dientes rugosos se puede distinguir de otros delfines por la combinación de su rostro largo y cóncavo, márgenes maxilares, sínfisis mandibular larga y grandes fosas temporales. Van Waerebeek et al. (1999) mencionan que presentan órbitas relativamente grandes, así como crestas prominentes y cilíndricas en la parte ventral de los huesos frontales. Esta especie presente entre 19 y 28 dientes en cada hilera y presentan crestas longitudinales, a lo cual se le atribuye el nombre (Neuville, 1928).

Información sobre especies similares.

El delfín de dientes rugosos se puede llegar a confundir con la tonina (*Tursiops truncatus*), con el delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*) y con el delfín tornillo (*Stenella longirostris*), sin embargo sí se pueden llegar a distinguir las tres especies del delfín de dientes rugosos ya que éste carece del melón prominente, presente en los otros delfines, el cual demarca claramente el hocico de la cabeza. Por otro lado, la tonina cuenta con un rostro mucho más corto y no presenta las manchas blancas alrededor de este y en los costados y vientre, característico del delfín de dientes rugosos. Por su parte, el delfín manchado pantropical tiene un rostro corto pero masivo y por lo menos en los adultos, hay una serie de puntos blancos sobre el dorso oscuro y en los costados, mientras que el delfín tornillo presenta una aleta dorsal alta, erecta y casi triangular, así como un patrón de coloración casi homogéneamente gris en el dorso y en los costados, con un vientre blanco. Finalmente, también se puede distinguir al delfín de dientes rugosos del resto de los delfines por la textura de las coronas de sus dientes, las cuales poseen una serie de arrugas finas verticales, aunque a veces estas son difíciles de detectar (Leatherwood et al., 1988).

Distribución.

Esta especie se distribuye en todas las aguas tropicales y cálido templadas del mundo. De acuerdo a Rice (1998) los registros que se tienen sobre el delfín de dientes rugosos básicamente corresponden al norte del Golfo de México, Virginia, Holanda, el Mar

Mediterráneo, el Golfo de Aden, el Mar de Arabia, la Bahía de Bengal, el Mar oriental Chino, la costa Pacífica de Honshu central, Hawai y Baja California Sur. Por otro lado, son escasos los reportes al norte de Oregon y Washington. Se encuentra también al sur en Río Grande del Sur en Brasil, aproximadamente en los 32 oS en el Atlántico oriental, en Natal, El Mar Timor, el Mar Coral, Nueva Zelanda y Botija (24o30'S) al norte de Chile. Jefferson (2002) también reporta a la especie en la porción central de Japón, al norte de Australia y la porción sur de Perú y menciona que probablemente los registros en la costa occidental de los Estados Unidos y Nueva Zelanda son extralimitales. La especie está escasamente registrada en el Océano Índico, pero probablemente la especie tenga ahí una distribución extensiva, al norte aproximadamente a los 20oS (Jefferson, 2002)

En México la especie está reportada en Baja California y el Golfo de California en el Pacífico. Mientras que en el Atlántico, se ha observado en el Golfo de México y en el Caribe.

De acuerdo a Pérez-Cortés et al. (2000), en el Golfo de California se le ha registrado en diversas localidades.

También se tienen registros de la especie del lado del Pacífico de la península de Baja California. Se cree que la distribución histórica de la especie en México es similar a la actual.

Hábitat.

El delfín de dientes rugosos es una especie que permanece casi siempre en aguas profundas y alejadas de la costa, por lo general más allá de la plataforma continental (Carwardine, 1995).

Macroclima.

De acuerdo a Jefferson (2002), el delfín de dientes rugosos generalmente se encuentra e aguas profundas y oceánicas. Reeves et al. (2002) mencionan que es raro encontrar a la especie cerca de continente, a excepción de islas con pendientes muy pronunciadas. Sin embargo López y Delgado (2000) reportan observaciones sobre grupos de la especie a menos de 10 km de la costa, en Tabasco. Por su parte, Flores y Ximinez (1997) han reportado a la especie en aguas someras y costeras en Brasil.

Tipo de ambiente.

Jefferson (2002) reporta que se trata de una especie que se distribuye en aguas tropicales y cálido templadas, con temperaturas superficiales superiores a los 25oC y parece evitar las aguas superficiales y las corrientes frías (Carwardine, 1995).

Estrategia trófica.

De acuerdo a Jefferson (2002), en el medio salvaje, el delfín de dientes rugosos se alimenta de una variedad de peces y cefalópodos, algunos costeros y otros oceánicos. Se cree que ocasionalmente consumen peces grandes, con base en su robusta dentición. Se han encontrado restos de algas en algunos ejemplares varados, sin embargo estas probablemente fueron ingeridas accidentalmente. Reeves et al. (2002) mencionan que en Hawai consumen peces grandes como el dorado de hasta 5 kg, que al parecer capturan de manera cooperativa.

Biología de poblaciones.

Gerrodette y Palacios (1996) estimaron una abundancia de 36,458 (CI 95% 17,893-78,635) para el Pacífico Mexicano y de 6,241 (CI 95% 20,500-58,358) para el Golfo de California; mientras que Reeves et al. (2002) mencionan una estimación poblacional de 850 individuos para el Golfo de México.

De acuerdo a Reeves et al. (2002) se han estimado aproximadamente 150,000 animales para el Pacífico oriental tropical.

Comportamiento.

El delfín de dientes rugosos generalmente se encuentra en grupos de tamaño moderado, los cuales comprenden entre 10 y 20 individuos, sin embargo también se han reportado grupos grandes, los cuales oscilan entre los 50 animales para el Pacífico oriental tropical, 300 para Hawái y 160 para el Mediterráneo (Miyazaki y Perrin, 1994).

El delfín de dientes rugosos no es una especie rápida, sin embargo estos organismos suelen navegar utilizando las olas generadas por las embarcaciones y se caracterizan también por su hábito de nadar al ras de la superficie a velocidades moderadas. A pesar de no tratarse de una especie acrobática, suelen ejecutar saltos y otros comportamientos aéreos. Es común observar a la especie en presencia de otros cetáceos en el Pacífico oriental tropical y en el Mar Sulu también se han observado animales solitarios en compañía de ballenas piloto (*Globicephala macrorhynchus*) y delfines de Fraser (*Lagenodelphis hosei*) (Jefferson, 2002).

Se sabe que el delfín de dientes rugosos está bien adaptado para realizar buceos profundos y largos. La profundidad máxima registrada ha sido de 70 m, aunque se asume que pueden bajar mucho más, mientras que el tiempo máximo de inmersión reportado ha sido de 15 min. Por otro lado esta especie produce una gran gama de sonidos como clicks y chiflidos, así como clicks para una ecolocalización direccional, con pulsos de hasta 200 kHz (Jefferson, 2002).

Reproducción.

El macho maduro más grande que se ha reportado ha medido 2.65 m, mientras que la hembra más grande ha alcanzado 2.55 m. La longitud promedio en la que los animales llegan a la madurez sexual en el Atlántico noroccidental ha sido de 2.32 m para los machos y de 2.31 m para las hembras, mientras que para el Pacífico oriental tropical es de 2.27 m y de 2.34 m respectivamente, y en Japón es de 2.25 m y 2.10-2.20m. Por otro lado, el feto más grande reportado midió 0.87 m (Perrin y Reilly, 1984; Miyazaki y Perrin, 1994).

Por su parte, Miyazaki (1980) encontró que la edad de madurez sexual en los animales del Pacífico noroccidental es de 14 años para los machos y de 10 para las hembras, con edades máximas de 32 y 30 años, respectivamente. Al parecer esta especie puede presentar varias ovulaciones simultáneas y que muchas de éstas no suelen culminar en embarazos (Miyazaki y Perrin, 1994).

Estado de conservación.

NOM-059-SEMARNAT-2001 Pr sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr sujeta a protección especial CITES, Apéndice II.

*2 Tomadas de: Urbán R., J. y M. Guerrero Ruiz 2008. Fichas técnicas. En: UrbánR., J. (compilador). Conocimiento biológico de las especies de mamíferos marinos, incluidas en la

Delfín mular (*Tursiops truncatus*)

Descripción.

El tursión se reconoce por su cuerpo robusto y de tamaño medio, así como por su aleta dorsal moderadamente falcada. Tiene una coloración oscura, con una demarcación marcada entre el melón y el rostro corto. La longitud de los adultos anda por debajo de los 2 m, hasta alcanzar 3.8 m, variando estas medidas con la localidad geográfica (Cockcroft y Ross, 1990; Mead y Potter, 1990; Wells y Scott, 1999). Para el noroeste del Golfo de México, Fernández (1993) estimó longitudes de 263.7 cm para los machos y de 244.6 cm para las hembras. De acuerdo a Leatherwood et al. (1988) los machos son ligeramente más grandes que las hembras del mismo tamaño. Al nacer las crías miden entre 1 y 1.3 m de longitud. Para el noroeste del Golfo de México, Fernández (1993) calculó una longitud media al nacer de 109.5 cm. Al parecer el tamaño corporal varía inversamente con la temperatura del agua en varias partes del mundo, aunque no ocurre esto en el Pacífico oriental.

Carwardine (1995) menciona que las crías al nacer pesan entre 15 y 30 kg, alcanzando los 150 a 650 kg en la forma adulta, aunque el peso promedio es de 242 kg, según Culik (2004). Por su parte, Romero-Tenorio y Delgado (2003) reportan que para Quintana Roo, los promedios e intervalos de longitud total de machos de 18 años es de 253.33 cm +/- 14 cm (intervalo 239-267 cm, n=3), mientras que para las hembras después de los 10 años, la longitud total promedio es de 250.6 cm +/- 7.5 cm (intervalo 239-261 cm, n=8). Para los machos capturados en Tabasco de nueve años de edad, la longitud total promedio es de 236.13 cm +/- 5.2 cm (intervalo 238-240 cm, n=4), mientras que para las hembras de ocho años de edad, la longitud total promedio es de 239.4 +/- 7.4 cm (intervalo 227-246 cm, n=5).

El color de los tursiones va de gris claro a negro en el dorso y costados, con un vientre claro. En ciertas ocasiones se puede apreciar un blaze claro o marcas en los costados, así como una franja cuando el patrón de coloración es muy oscuro. Dentro de esta especie existe una gran variación en tamaño, coloración y características craneales, las cuales están asociadas con la alimentación, lo cual ha conducido a la descripción de por lo menos 20 especies nominales del género *Tursiops* (Hershkovitz, 1966; Rice, 1998). El reconocimiento de la naturaleza polimórfica del género y la existencia de una variación clínica ha conducido a la aceptación general por muchos años de la existencia de una sola especie y género. Sin embargo, estudios recientes sobre genética, morfología y fisiología sugieren una revisión necesaria acerca del género para apreciar las diferencias significativas entre las formas que existen en los diferentes océanos, así como las diferencias entre las formas costeras y oceánicas (Hersh y Duffield, 1990; LeDuc et al., 1999; Mead y Potter, 1995; Rice, 1998). Los tursiones del Atlántico y de otras regiones suelen ser más pequeños y claros en color, así como presentan aletas pectorales más largas y difieren también en características hematológicas y en DNA mitocondrial, de las formas oceánicas (Hersh y Duffield, 1990; LeDuc et al. 1999); sin embargo, los tursiones presentes en aguas oceánicas del Pacífico oriental son más pequeños y oscuros que las formas costeras. Por otro lado, el estado taxonómico del género *Tursiops* es aún más confuso por la hibridización que hay con otros odontocetos.

En el Golfo de California, los ecotipos costero y oceánicos son distinguibles entre sí por su coloración, morfología y tamaño de grupo. La forma costera, a diferencia de la oceánica, es

más grande y robusta, de color más claro dorsalmente, con una evidente capa dorsal más oscura que las capas lateral y ventral, además presenta un rostro más corto, aletas pectorales relativamente más cortas y amplias y una región ventral de color blanco (Díaz, 2003).

Información sobre especies similares.

El tursión se puede llegar a confundir con el tursión del Indo Pacífico (*Tursiops aduncus*), ya que ambas especies son muy similares morfológicamente, sin embargo, esta última especie es un poco más pequeña en tamaño y menos robusta, además de poseer un rostro más angosto y largo, así como un melón menos convexo y en ocasiones una aleta dorsal y aletas pectorales proporcionalmente más grandes. Además, el tursión del Indo Pacífico tiende a tener más dientes. Por ejemplo, en Sudáfrica se han registrado organismos con 23-29 pares de dientes, tanto en la mandíbula como en la maxila, mientras que *T. truncatus* tiene entre 21 y 24. Cabe mencionar que *T. aduncus* también presenta un patrón de coloración más oscuro en el dorso y una coloración más clara en el resto del cuerpo, a diferencia de *T. truncatus*, así mismo, el tursión del Indo Pacífico suele presentar manchas oscuras a nivel ventral, siendo esta característica la más conspicua y representativa de la especie, permitiendo distinguir entre ésta y *T. truncatus*. Las manchas suelen aparecer en la región del ombligo, al alcanzar los individuos la madurez sexual, extendiéndose posteriormente a más de la mitad del cuerpo, incluyendo la garganta, los lados del rostro, así como las aletas pectorales. Sin embargo, dichas manchas ventrales están relacionadas con la clase de edad de los individuos y la población a la que pertenezcan éstos, ya que por ejemplo, los *T. aduncus* que viven al sureste de Australia, no presentan ese patrón de manchas (Reeves et al., 2002).

Otras especies con las que se pueden llegar a confundir con el tursión son el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), el delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*), el delfín manchado del Atlántico (*Stenella frontalis*) y el delfín tornillo (*Stenella longirostris*). A diferencia del tursión, el delfín de dientes rugosos carece del melón prominente, el cual demarca claramente el hocico de la cabeza. Por otro lado, la tonina cuenta con un rostro mucho más corto y no presenta las manchas blancas alrededor de este, en los costados y vientre, característico del delfín de dientes rugosos.

Leatherwood et al. (1988) mencionan que los tursiones se pueden confundir con los delfines de Risso a grandes distancias, sin embargo esta última especie difiere de la primera ya que carece de un rostro prominente y presenta una gran cantidad de cicatrices, con una piel blanca.

Por otro lado, un tursión también se puede llegar a confundir con un delfín manchado, sin embargo éste es más pequeño, midiendo sólo 2.5 m, además de que los adultos presentan una gran cantidad de motas en el cuerpo. La cabeza de un delfín manchado es relativamente delgada, con un rostro moderadamente largo, mientras que el rostro del tursión es corto y su cabeza es robusta. Visto desde el aire, el tursión es difícil de identificar positivamente. Las mejores características para ello son el rostro corto y robusto, la cabeza y el cuerpo ancho, y la aleta dorsal falcada. En cuanto a animales muertos, los tursiones se pueden distinguir de los delfines manchados por presentar pocos dientes, entre 20 y 26 en cada maxila y entre 18 y 24 en cada mandíbula. A pesar de que un delfín de dientes rugosos tiene aproximadamente el mismo número de dientes, el patrón de coloración, por la ausencia de un melón definido y por su rostro largo y delgado (Leatherwood et al., 1988).

Distribución.

El tursión es una especie cosmopolita y presenta una gran variación geográfica en morfología. Habita todos los mares cálido templados y tropicales del mundo, así como aguas costeras y oceánicas (Wells y Scott, 2002) y se encuentra en las aguas templadas y tropicales del Océano Pacífico, Atlántico, Índico, así como en el Mar Mediterráneo, Negro y Rojo. Wells y Scott (2002) mencionan que la especie se distribuye en el Pacífico Norte, tan al norte como en la porción sur del Mar Okhotsk, las Islas Buriel y la porción central de California. En el Atlántico Norte se observan en zonas costeras durante los meses de verano, en las afueras de Nueva Inglaterra y en porciones oceánicas tan al norte como Nueva Escocia. Además se ha registrado fuera de Noruega y las Islas Lofoten y es rara en el Mar Báltico.

En el Hemisferio sur es común fuera de las costas de Sudamérica (Pinedo et al., 1992), Sudáfrica (Tayler y Saayman, 1972; Ross, 1977), Australia (Ross y Cockcroft, 1990) y en Nueva Zelanda (Gaskin, 1972). Por otro lado existe una distribución continua a lo largo de la costa occidental de Sudamérica, al sur de por lo menos Concepción, Chile (Aguayo, 1975; Van Waerebeek et al., 1990). En la porción occidental del Atlántico sur, se ha reportado a la especie por lo menos a 300 km al sur de Península Valdez, Argentina (Würsig, 1978) y Tierra del Fuego (Wells y Scott, 1999).

El tursión es generalmente considerado como el delfín más común y se distribuye en aguas del Golfo de México, el Caribe y hacia el sur, hasta Venezuela y Brasil. La especie se ha reportado en Colombia (Palacios et al., 1995), cerca de la Isla Gran Bahama (Rosbach y Herzing, 1998), Puerto Rico y las Islas Vírgenes (Erdman, 1970; Mignucci, 1989), y las Antillas Menores y Venezuela (Schmidly, 1981).

En México la especie está reportada en Baja California y el Golfo de California en el Pacífico. Mientras que en el Atlántico, se ha observado en el Golfo de México y en el Caribe.

Al parecer, la subespecie que se distribuye a lo largo de la costa sur de California y Baja California es llamada *T. t. gillii*, población diferente de los animales más oceánicos y sureños, aunque muchos autores han aplicado indiscriminadamente esta subespecie a todos los tursiones del Pacífico Norte (Rice, 1998).

El tursión es generalmente considerado como el delfín más común y se distribuye en aguas del Golfo de México, el Caribe y hacia el sur, hasta Venezuela y Brasil. Esta especie se ha reportado en todas las regiones dentro del amplio Caribe. Se sabe que existen dos formas de tursiones, el tipo costero, que habita bahías someras, estuarios, ríos y lagunas. Por otro lado, el tipo oceánico, permanece en aguas más profundas y alejadas de la costa, sobre la plataforma continental. En el Golfo de México, el tipo oceánico que vive sobre la plataforma continental se ha definido como la forma que vive simpátricamente con el delfín moteado del Atlántico. Los tursiones pelágicos o de mar abierto usualmente presentan un color y tamaño distinto a sus coespecíficos costeros, lo cual sugiere un poco o nulo intercambio genético entre estos ecotipos (Würsig et al. 2000). Se cree que la distribución histórica de la especie en México es similar a la actual.

Hábitat.

El tursión es una especie que vive dentro de las aguas costeras de todos los continentes, alrededor de la mayoría de las islas y atolones oceánicos. Sin embargo, en el Atlántico noroccidental, en el Pacífico oriental tropical hay poblaciones pelágicas que se encuentran lejos de la costa (Rice, 1998). La especie *Tursiops truncatus* suele ser básicamente costera, sin

embargo también se encuentra en aguas pelágicas, cerca de islas oceánicas y sobre la plataforma continental, especialmente sobre el borde de la misma (Wells y Scott, 2002).

En el Golfo de México, los tursiones son comunes en áreas estuarinas y ríos, en bahías y canales y en aguas marinas someras que se encuentran por fuera de las costas de continente y de islas de barrera, hasta la pendiente continental. De acuerdo a Würsig et al. (2000), los tursiones se observan casi exclusivamente a profundidades de menos de 1000 metros, indicando que no se van hacia zonas más profundas, en la parte central del Golfo. Jefferson et al. (1992) reportan que por el momento se sabe que los tursiones son residentes anuales del Golfo de México, aunque algunas poblaciones al parecer pueden exhibir cambios en la abundancia al moverse de la costa hacia zonas oceánicas o de norte a sur. Weaver (1993) reporta que en la Ensenada de La Paz, los tursiones dedican un alto porcentaje del día al forrajeo en profundidades menores a los 10 m.

Al parecer, la distribución del tursión está relacionada con áreas de bajo relieve del fondo marino, cerca del borde de la plataforma y aguas oceánicas. Leatherwood et al. (1988) reportan que la especie frecuente marinas, bahías, lagunas, estuarios y otras regiones costeras someras. En las Bahamas se ha visto que los tursiones oceánicos se encuentran en aguas profundas y sobre fondos predominantemente arenosos, mientras que los costeros se ven en aguas someras, con fondos de pasto (Rossbach y Herzing, 1998).

Leatherwood et al. (1988) reportan que en el Pacífico Norte, la forma oceánica se distribuye lejos de la costa, alrededor de las islas de California y Baja California, por lo menos tan al norte como Punta Concepción y en mar abierto hasta o a lo largo de la curva de los 183 m de profundidad. Este ecotipo oceánico también se encuentra a través de la zona pelágica en el Pacífico oriental tropical y alrededor de aguas alrededor de las Islas de Hawai.

Macroclima.

El género *Tursiops* habita aguas cálidas templadas y tropicales costeras, adaptándose a una variedad de ambientes marinos y estuarinos, incluso adentrándose en ríos (Wells y Scott, 2002). En la porción oriental de la plataforma continental del Golfo de México, dentro de los 30 km de la costa, se ha reportado a la especie más frecuentemente en aguas de menos de 30 m de profundidad (Griffen y Griffen, 2000). De acuerdo a Ward et al. (2000), los tursiones están relacionados con áreas de relieve marino bajo, cerca del borde de la plataforma y en aguas oceánicas. En el norte del Golfo de México, el tursión y el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*), son los únicos cetáceos que rutinariamente se observan sobre la plataforma continental (Fritts et al., 1983; Jefferson y Schiro, 1997; Hansen et al. 1996). Delgado (1996) reporta que en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, la mayoría de los avistamientos realizados en 1994-95 se hicieron en profundidades menores a 11 m. Morteo et al. (2002) reportan que en las aguas adyacentes a la Bahía San Quintín, B. C. los tursiones prefieren una franja de entre 250 y 500 m de la costa, con profundidades menores a 7 m y con sustrato arenoso.

Tipo de ambiente.

Se trata de una especie que se distribuye en aguas tropicales y zonas templadas de todos los océanos y mares periféricos, incluyendo el Mar Negro (Rice, 1998). Wells y Scott (2002) reportan que el rango de distribución de los tursiones está limitado por la temperatura, directa o indirectamente, a través de la distribución de la presa. Fuera de las costas de Norte

América, estos animales habitan aguas con temperatura superficial que oscila entre los 10o y 32 oC. En el límite norte de la especie en la porción occidental del Atlántico Norte, los tursiones son estacionalmente migratorios, con una distribución más sureña en el invierno. En el Golfo de México, los tursiones suelen concentrarse en aguas de menos de 25 m de profundidad durante los meses cálidos, y todo el año cerca de la isobata de los 1000 m, mientras que algunos grupos se pueden observar en aguas tan profundas como los 4712 m (CETAP, 1982).

Uso de hábitat.

En la Bahía de La Paz, Rojo (2002) encontró que dicha zona es utilizada por cuatro agrupaciones de tursiones, el grupo de la Ensenada, el Océánico, el de San Juan de la Costa y el de la Isla Espíritu Santo. Salinas y Auriolos (2002) reportan que la agrupación de la de la Ensenada, está formada por 64 animales, mientras que la de San Juan de la Costa, la Océánica y la de Espíritu Santo se componen de 8, 93 y 15 individuos, respectivamente. Estos autores mencionan que estas agregaciones mostraron un bajo intercambio especialmente en el invierno, y observaron durante la temporada fría, un mayor número de avistamientos e individuos, bajando los registros a partir del verano.

Por su parte, Acevedo (1989) reportó la presencia de tursiones en la Ensenada de La Paz de mayo a septiembre, incrementándose la frecuencia de ocurrencia y mayor tiempo de estancia durante los meses de agosto y septiembre, y en particular entre las 09:00 y 11:00 hrs. En la zona de la ensenada, el comportamiento del tursión se concentró en la alimentación y en el desplazamiento entre zonas alimenticias. El área de alimentación más utilizada fue la zona de la punta del Mogote. De acuerdo a este mismo autor, el comportamiento, ubicaciones y movimientos de los tursiones dependieron de la influencia que tiene la marea sobre los movimientos de la presa y de las preferencias de los tursiones por alimentarse a ciertas horas del día. En la porción sur de la Bahía de La Paz, el tursión se presentó constantemente de mayo hasta septiembre de 1987, mostrando un desplazamiento a lo largo de la línea de costa, mostrando una preferencia por la Ensenada de La Paz. Por otro lado, Díaz (2001) reporta que en esta ensenada las zonas con un registro de mayor abundancia de tursiones son la boca y la laguna, las cuales se han identificado como áreas de alimentación, además de que la distribución de los animales en esta área está influenciada positiva o negativamente por la marea. Por su parte Salinas (2005) reporta que la distribución de los tursiones en la zona presenta un clinal (Norte-Sur), siendo más frecuente en el interior de la bahía y en la Ensenada de La Paz, seguido por la región media de la bahía y del Canal de San Lorenzo. Así mismo, menciona que hubo un mayor número de avistamientos en el invierno y verano, así como una tendencia decreciente, tanto en el número de delfines como de avistamientos, posterior al verano. La comunidad de tursiones en la Bahía de La Paz, está formada por tres agrupaciones de delfines costeros (Ensenada, San Juan de la Costa, Isla Espíritu Santo), como lo reportó Rojo (2002), siendo una de éstas residente de la bahía. Por otro lado, además de los costeros, se presenta en la zona una agrupación oceánica, en tránsito, los cuales confluyen en la región central de la bahía y frente al Canal de San Lorenzo, donde se han registrado eventos de alimentación. Salinas (2005) reporta que la distribución de los tursiones obedece básicamente a la alimentación, reproducción y protección de las crías, siendo las condiciones fisiográficas de la bahía, las que afectan directamente en la misma, siendo la profundidad, la distancia a la costa, y los cuadrantes como los factores de mayor importancia. La correlación efectuada entre la abundancia relativa con la productividad primaria fue positiva y significativa con un desfase de un mes, mientras que la temperatura del mar no tuvo una relación significativa con la distribución y abundancia de los tursiones. Por otro lado, los

tursiones de la Bahía de La Paz, forman agregaciones con relaciones a largo plazo, aunque se han registrado relaciones casuales, que tiene que ver con la presencia de delfines externos a la bahía. La Bahía de La Paz es una zona importante para la reproducción de la especie, la cual presenta la mayor incidencia de crías pequeñas durante la temporada fría, periodo importante para la reproducción de la especie en este lugar. Marcín y Gendron (1996) reportan que durante enero 1995 a febrero de 1996, la actividad más observada en los tursiones de la Laguna de La Paz fue el desplazamiento, seguida por la socialización, la alimentación y el descanso. Esta población prefirió alimentarse durante el periodo de estudio en el Estero Zacatecas durante el invierno, la boca de la laguna en primavera y la zona del canal en el verano. Por otro lado, la actividad de socialización que exhibieron estos animales fue más frecuente en las zonas del estero y el canal durante el invierno, así como en la boca de la laguna en primavera y verano. Finalmente la actividad de descanso en la boca de la laguna fue baja en el invierno, ausente en primavera y frecuente durante el verano. Marcín et al. (1997) reportan que las conductas de desplazamiento, alimentación, socialización y descanso del tursión en la Ensenada de La Paz, están relacionadas con la marea. El comportamiento de los tursiones en general, predominó en el reflujo en la temporada cálida y la fría, en especial, en el reflujo mayor, el cual va de la pleamar superior a la bajamar inferior, cuando la corriente de descarga es mayor en la región. Lo mismo ocurrió para las dos temporadas en las actividades de desplazamiento, socialización y descanso, a excepción de la alimentación, la cual sólo fue significativa en la época cálida. Por otro lado, estos mismos autores mencionan que el desplazamiento de estos organismos es significativo en contra de la corriente de marea, solamente para la temporada cálida.

De la Parra y Galván (1985) reportan que en el sistema Topolobampo-Ohuira, Sinaloa, algunos tursiones permanecen dentro del área al menos durante 9 meses. En la región de las grandes islas, en el Golfo de California, Ballance (1986) identificó más de 150 tursiones a partir de fotografías de las aletas dorsales en primavera, verano y otoño de 1984. Esta misma autora menciona que de éstos, sólo dos individuos fueron observados más de una localidad, sugiriendo poca mezcla de animales entre localidades, con un área de acción pequeña, de aproximadamente 65-75 km. Además esta misma autora reporta que los tursiones fueron observados cerca de la boca de un estuario.

En la Bahía de Todos Santos, B.C., con base en resultados preliminares, se ha observado que los tursiones se distribuyen principalmente en dos zonas, variando durante el año (Guzón et al., 2002). Guzón et al. (2003) reportan que la Bahía de Todos Santos representa sólo una porción del ámbito hogareño para los tursiones de la Cuenca del Sur de California, aunque algunos individuos exhiben una recurrencia importante a largo plazo. Existe una alta abundancia relativa de tursiones durante el verano, coincidiendo con una alta abundancia y biomasa de sus principales presas y la mayor presencia de crías es durante la primavera y el verano, habiendo posibles máximos de reproducción relacionados a una mayor disponibilidad de alimento durante las temporadas correspondientes.

En la Laguna de Términos, Campeche, Delgado (1992) reporta que durante 1989-1990, los tursiones se encontraron en el área de estudio durante todo el año en las bocas de la laguna, habiendo diferentes patrones de residencia (anual, visitantes estacionales y visitantes ocasionales). Este mismo autor reporta que el promedio de delfines observado por día fue significativamente mayor en la época de lluvias (18.77 +/- 5.42 D. E.), disminuyendo en las estaciones de secas (15.63 +/- 0.32) y Nortes (12.87 +/- 0.75). Por otro lado, los tursiones realizaron prácticamente todas sus actividades a lo largo del año, notándose un incremento vespertino en las frecuencias. Además la actividad de alimentación fue significativamente

menor durante las lluvias, pero en general con el juego fueron las conductas más observadas, aunque condiciones como las mareas y disponibilidad de alimento afectan los patrones de comportamiento.

Para la Laguna de Tamiahua, Veracruz, Schramm (1993) reporta que la distribución espacial de los tursiones en la zona no es homogénea y que utilizan las aguas adyacentes a la boca para alimentarse y reproducirse, mientras que dentro de la laguna sólo se alimentan. Por otro lado, Heckel (1992) menciona que en esta zona, los delfines se distribuyen principalmente en tres zonas del área y que dicha distribución espacial se mantiene durante todo el año, aunque la presencia de la especie disminuye durante la temporada de nortes, con respecto a la temporada de lluvias. Sin embargo, a pesar de estas fluctuaciones, una parte de la población permanece en el área durante todo el año y en donde existen dos máximos de reproducción, uno en marzo y el otro en septiembre. Schramm (1993) también menciona que los movimientos diarios que realizan los tursiones en las aguas adyacentes a la boca de Corazones y que están relacionados con las actividades de alimentación, se presentaron en contra de la corriente, mientras que los que no tiene que ver con esta actividad fueron a favor de la corriente.

Delgado y Pérez-Cortés (1992) reportan que en Tabasco, los tursiones suelen observarse a lo largo de la costa, aunque suelen ser más abundantes en las zonas de desembocadura de los ríos.

Por su parte, Lechuga y Salinas (1997) reportan que el área noroeste de la Península de Yucatán es de suma importancia en la alimentación de los tursiones residentes y transitorios de la región.

Estrategia trófica.

El tursión se alimenta de una gran variedad de peces y/o calamares, aunque también muestran una consistente preferencia por sciánidos, escómbridos y mugílidos. La mayoría de los peces sobre los que se alimenta esta especie se encuentran enterrados en el fondo marino, aunque algunos también suelen ser pelágicos. Por otro lado se ha observado que existen diferencias en la dieta de los ecotipos costeros y oceánicos. Al parecer en algunos casos, los tursiones se alimentan en distintas áreas de acuerdo a su sexo y tamaño. Por ejemplo las hembras lactantes y sus crías son las que frecuentan y se alimentan en zonas costeras, mientras que los adolescentes lo hacen en aguas ligeramente más oceánicas, y el resto de las hembras y machos adultos se alejan aún más para alimentarse (Wells y Scott, 2002). De acuerdo a Culik, (2004) la forma costera se alimenta básicamente de una variedad de peces e invertebrados, tanto del litoral como de áreas sublitorales, mientras que los peces mesopelágicos y calamares oceánicos representan la dieta de los tursiones oceánicos (Reyes, 1991).

Los tursiones se alimentan de diversas maneras. Básicamente lo hacen a nivel individual, sin embargo también suelen formar manadas para cazar cooperativamente los cardúmenes de peces. En el primer caso, la captura individual de presas abarca comportamientos tan diversos como persecuciones a grandes velocidades, golpes a las presa con las aletas caudales, o bien, desorientar la presa con saltos y golpes. Por otro lado, se ha observado que esta especie suele vararse en algunas playas, tras haber conducido a los peces de los cuales se alimenta a zonas muy someras y sacándolos fuera del agua. Este último comportamiento ha sido observado en la desembocadura del Río Colorado, en la parte más norteña del Golfo de California, en donde en repetidas ocasiones se han observado a los tursiones alimentándose en turnos, nadando

los animales en dirección a playas con pendientes suaves, hasta quedar casi completamente fuera del agua, acorralando así, entre su cuerpo y la orilla del río, a peces de talla mediana. Cuando los peces de aproximadamente 30 cm de longitud se ven en tan poca agua, suelen saltar y terminan siendo atrapados en el aire por los tursiones. En otras ocasiones estos delfines emplean su aleta caudal para impulsar a los peces hacia arriba. Una vez concluida la maniobra, se deslizan por la pendiente de la playa y llegan a aguas más profundas (Pérez-Cortés et al., 1989).

En la Bahía de La Paz, Salinas (2005) reporta que los tursiones se alimentan tanto de peces demersales en la ensenada y aguas someras del interior de la bahía, como de sardinas y macarelas entre esta región y la región media de la bahía y el Canal de San Lorenzo. Por su parte Díaz (2003), con base en un estudio de isótopos estables de carbono y nitrógeno, encontró que en el Golfo de California, los tursiones oceánicos se alimentan principalmente de la misma presa que los cachalotes hembras y jóvenes, es decir, de calamar gigante (*Dosidicus gigas*).

Román y Enciso (2002) reportan que con base en el análisis de contenido estomacal de un tursión capturado incidentalmente en lances efectuados por la flota atunera del Pacífico oriental, el atún *Auxis* spp., con una biomasa total de 275 g, forma parte de las presas consumidas por la especie. Estos autores mencionan que debido a que el ejemplar mostraba una digestión reciente, el periodo de alimentación pudo llevarse a cabo alrededor de las 11:55 am.

Biología de poblaciones.

Gerrodette y Palacios (1996) estiman una abundancia de 59,809 animales en el Pacífico mexicano (C.I. 95% 39,052-96,965) y de 33,799 para el Golfo de California (C.I. 95% 20,500-58,358). En la Ensenada de La Paz, Díaz (2001) estimó una población de 40 tursiones.

Existen pocas estimaciones de abundancia para la especie en algunas zonas de su distribución. Con base en censos realizados por el US National Marine Fisheries Service (NMFS) se han estimado 243,500 ejemplares en el Pacífico Oriental tropical (Wade y Gerrodette, 1993). Por otro lado, censos japoneses realizados en el Pacífico noroccidental indican una estimación de 316,935 animales (Miyashita, 1992). Censos rusos realizados en el Mar Muerto, han revelado una población de 7,000 delfines, siendo aproximadamente 900 tursiones los que habitan dentro de los 400 km de estrecho de las aguas costeras de Natal, al sureste de Sudáfrica (Culik, 2004).

Por otro lado, con base en censos aéreos realizados por CETAPS en el Atlántico noroccidental, se estimaron entre 10,000 y 13,000 tursiones, de los cuales el 3-4% fueron costeros, y el resto del ecotipo oceánico (Kenney, 1990). En el norte del Golfo de México, la NMFS estimó un total de 35,000 a 45,000 animales localizados en la zona costera, dentro de un área extendida a más de 250 km de la costa (Scott et al., 1989).

De acuerdo a Ross et al. (1989) se han estimado a lo largo de los 155 km de costa al sur de California, aproximadamente 240 tursiones, así como 900 para el estrecho de aguas costeras de 400 km, fuera de Natal, al sur sureste de África. Por otro lado Wells y Scott (1999) identificaron una comunidad residente de 100 animales para los 125 km² de la Bahía Sarasota en Florida; y Dólar (1999) estimó un tamaño poblacional de 2,200 animales en la porción oriental del Mar Sulu. Finalmente, a partir de censos en el Atlántico Norte en 1987 se

dio una estimación de 1,000 tursiones alrededor de las Islas Faroes (Sigurjónsson et al., 1989; Sigurjónsson y Gunnlaugsson, 1990; Block y Mikkelsen, 2000).

Comportamiento.

El tursión generalmente se encuentra en grupos de 2 a 15 individuos, sin embargo también se han reportado grupos grandes, de hasta más de 1000 animales. En general, los tursiones que habitan en bahías y estuarios tienden a formar grupos más pequeños, a diferencia del ecotipo oceánico, aunque la tendencia no es linear, conforme se incrementa la distancia a la costa (Wells et al., 1999). De acuerdo a Leatherwood et al. (1988) la forma costera raramente se encuentra formando grupos de más de 50 animales, mientras que la oceánica algunas veces se observa formando grupos de varios cientos. Ortega (1996) reporta un tamaño grupal de 3.7 individuos (+ 2.81 E.S) para Bahía de la Asunción, Quintana Roo, mientras que en la Laguna de Yalahau, en el mismo estado, Delgado (1996) reporta un tamaño promedio de grupo de 8.1 individuos (+ 9.8) animales. Para la región de Agiabampo, Sonora- Sinaloa, Ortega y Delgado (1996) reportan un tamaño grupal de 13.33 animales.

Para la región noroeste de la Península de Yucatán, Lechuga y Salinas (1997) reportan que grupos con un tamaño promedio de 5.2 individuos, los que a su vez se dividen en subgrupos con un tamaño promedio de 3.9 tursiones. Estos mismos autores mencionan que estos grupos muestran una gran dinámica con incursiones de tursiones de una agrupación a otra, principalmente durante la búsqueda y captura de alimento. Cortéz (2000) estudió los patrones de asociación de los tursiones en Alvarado, Veracruz y encontró que el tamaño medio grupal en la zona es de 8.75 animales, con un coeficiente de variación de 118.4, que indica gran variabilidad en el tamaño de grupo. Este mismo autor presume un alto flujo de elementos entre los grupos, cuyo tamaño es variable de acuerdo a la actividad desarrollada, siendo al parecer, durante la época de nortes cuando las asociaciones entre individuos son más fuertes. Morteo et al. (2002) reportan un tamaño de grupo de 8 +/- 6 individuos para las aguas adyacentes a Bahía San Quintín, B. C., existiendo un intercambio de individuos constante entre manadas. En la Bahía de Chetumal, Quintana Roo, Olivera y Olivera (2002) reportan grupos de 1 a 5 individuos, y grupos de hasta 15 animales.

La composición grupal de los tursiones tiende a ser dinámica, siendo determinada por factores como el sexo, la edad, condición reproductiva, relación parental e historias de afiliación y los subgrupos formados pueden ser estables o bien, pueden repetirse a lo largo de varios años. Por otro lado, las unidades sociales abarcan desde grupos de cuidado o crianza, hasta grupos juveniles de ambos sexos, así como machos adultos solos o que se suelen unir fuertemente en pares o tríos. De acuerdo a Connor et al. (1999) se han observado jerarquías dominantes en el tursión en cautiverio, siendo los machos adultos grandes los que dominan a sus compañeros, mientras que las hembras forman jerarquías menos rígidas, aunque las hembras más grandes suelen ser dominantes sobre los individuos más pequeños. Estos animales establecen y mantienen estas jerarquías a través de comportamientos agresivos, como el contacto y ciertas posturas.

El tursión en su medio natural suele ser un organismo activo tanto en el día como en la noche, intercalando sus actividades de alimentación, viaje, socialización, descanso, etc. (Shane et al., 1986; Wells et al., 1999). La duración y frecuencia de dichas actividades está influenciada por factores ambientales como la época del año, el hábitat, la hora del día, las mareas, así como factores fisiológicos como la época reproductiva.

Por otro lado esta especie produce una gran gama de sonidos como clicks para ecolocalizar, chiflidos, así como pulsos. Dentro de la gama de chiflidos que produce el tursión se encuentran chiflidos estereotípicos específicos a nivel individual, usados al parecer, para comunicar identidad, localidad y estado emocional. Una vez que este tipo de chiflido único de cada individuo se desarrolla en los neonatos, permanece estable por lo menos muchos años y probablemente durante toda la vida. Se ha observado que los chiflidos específicos en machos que son crías, suelen ser similares a los chiflidos de sus madres, mientras que no los de las hembras no. En cuanto a la ecolocalización, ésta consiste en la producción de clicks, los cuales tienen picos de frecuencias de 40-130 kHz, y la cual al parecer la utilizan para navegar, buscar presas y detectar a los depredadores, entre otras cosas. Finalmente, los pulsos al parecer se producen por los tursiones durante las interacciones sociales. En el Golfo de México, Bazúa (1997) encontró que los tursiones desarrollan su propio dialecto según el hábitat y la influencia de los grupos vecinos.

Los tursiones suelen observarse frecuentemente cerca de manadas de calderones y en ocasiones se asocian con ballenas grises y jorobadas, al parecer aprovechando el empuje del agua que generan estos animales al nadar, como la proa de un barco. Esta especie es muy acrobática, y así como lo hacen con las ballenas, suelen aproximarse hacia las embarcaciones en movimiento para nadar en la proa. Mientras lo hacen suelen ponerse de lado, a veces girando sobre su propio eje y no es raro observarlos saltando completamente fuera del agua (Leatherwood et al., 1988). Por su parte Ibarra et al. (2002) reportan comportamiento epimelítico en un individuo en la Bahía de Topolobampo, Sinaloa.

Carwardine (1995) reporta que los ejemplares solitarios y salvajes, generalmente machos, van en busca de bañistas y barcos pequeños, permaneciendo en la misma zona durante años. Las inmersiones que realiza la especie no suelen durar más de 3-4 min cerca de la costa, pero sí se prolongan por un poco más de tiempo en alta mar. Cuando sale a la superficie muestra la frente pero en raras ocasiones saca el rostro.

En la Boca de Corazones, laguna de Tamiahua, Veracruz, México, se ha observado conductas como roces, chapoteos, salida vertical del agua, giros, golpes con la aleta caudal y nado vientre con vientre, así como un comportamiento no reportado anteriormente en la literatura, el cual es el empujón (Heckel, 1992). En esta misma zona, esta autora reporta un tamaño de grupo de 4.2 animales por grupo, con una variación estacional de 5.3 en el periodo de lluvias, de 2 en nortes y de 2.7 tursiones en periodo de sequía. Además reporta una densidad relativa de 1.8 animales por km², así como de 3.8 tursiones por hora navegada durante su periodo de estudio, con variaciones estacionales.

Ámbito hogareño.

De acuerdo a Wells y Scott (1999) poco se sabe acerca de los patrones de movimiento de los tursiones pelágicos, sin embargo, los costeros exhiben un amplio espectro de movimiento, los cuales incluyen migraciones estacionales, ámbitos hogareños anuales, residencias periódicas, y una combinación de movimientos ocasionales que abarcan grandes distancias, así como residencia local repetida. La residencia a largo plazo puede tomar la forma de ámbito hogareño.

Se han reportado movimientos diarios de 22 a 89 km, en tursiones oceánicos, monitoreados a través de distancias de hasta 4 200 km (Wells et al., 1999). Por otro lado, movimientos a grandes distancias también han sido reportados para el ecotipo costero, dentro de los cuales

se incluyen cambios de varios cientos de kilómetros en respuesta aparente a cambios ambientales como El Niño, así como un viaje redondo de 600 km para ciertos delfines identificados en Argentina. Por otro lado, Wood (1998) investigó un grupo de tursiones en las aguas costeras de Cornwall, Inglaterra en 1991, encontrando que los delfines exhibían un patrón de residencia estacional, en el cual pasaban el invierno al sur de Cornwall, moviéndose más hacia el noreste durante la primavera y el verano. La residencia era flexible con ciertos individuos, los cuales utilizaban la región intermitentemente. Los animales ocupaban la línea costera de 650 km, y dentro de este rango, realizaban repetidamente viajes a grandes distancias. El viaje más largo registrado cubrió 1 076 km y duró 20 días. En Escocia, Wilson et al. (1997) reportaron que los tursiones residentes se suelen ver durante todo el año, aunque mostraron fluctuaciones estacionales consistentes en el número de individuos presentes, siendo bajo en invierno y primavera, e incrementándose en verano y otoño. Estos individuos exhibieron movimientos rápidos en todo el ámbito hogareño, por ejemplo un individuo fue observado en algunas localidades separadas por 190 km en un periodo de 5 días.

Por otro lado, Defran et al. (1999), realizaron censos entre 1982 y 1989 en Santa Bárbara, el Condado Orange y en Ensenada, México, encontrando que una alta proporción de delfines fotografiados en el primer lugar (88%), en el condado Orange (92%), y en Ensenada (88%), habían sido fotografiados en San Diego. Estos mismos autores mencionan que 58% de los 207 tursiones exhibieron movimientos entre las áreas de estudio, sin evidencia alguna de fidelidad al área para una de esas regiones en particular. El rango mínimo estimado fue de 50 y 470 km, con velocidades mínimas de entre 11 y 47 km/d, estando todos los grupos observados a 1 km de distancia de la costa. Todo lo anterior sugiere que los tursiones del sur de California son muy móviles dentro de una zona costera relativamente angosta, la cual probablemente esté influenciada por la variación en el alimento. Tanaka (1987) reportó un delfín en Japón, el cual viajó 604 km en 18 días, a lo largo de la corriente Kuroshio.

Por su parte, Wells et al. (1999) monitorearon con transmisores satelitales, a dos machos adultos rehabilitados, en 1997. Uno de ellos fue equipado en el Golfo de México, fuera de la porción occidental de Florida, moviéndose alrededor de esta localidad y hacia el norte, hacia Cabo Aterras, Carolina del Norte, desplazándose 2 050 km en 43 días. El segundo tursión fue liberado en Cabo Cañaveral, Florida, desplazándose 4 200 km en 47 días hacia una localidad ubicada al noreste de las Islas Vírgenes. Este ejemplar nadó en aguas de 5 000 m de profundidad, a 300 km lejos de la costa de las islas caribeñas del norte, navegando en contra de la Corriente Norecuatorial. Este registro expande el ámbito hogareño y el hábitat reportado para el stock oceánico que habita las aguas de la porción suroriental de Estados Unidos, ilustrando además las dificultades para definir los stocks pelágicos.

Reproducción.

Las crías alcanzan la mayor parte de su crecimiento durante el periodo de lactancia, es decir, entre el 1.5 y 2 años de vida. Las hembras alcanzan la madurez sexual y física antes que los machos, originando esto un dimorfismo sexual en algunas regiones. La edad de madurez sexual varía con la región, aunque las hembras la alcanzan usualmente entre los 5 y 13 años de vida. Los machos, por su parte, alcanzan la madurez sexual entre los 9 y 14 años, muchas veces antes de alcanzar la madurez física y un estatus reproductivo, los cuales llegan a finales de la adolescencia. Por su parte, se ha observado que los machos reproductores que se encuentran en cautiverio generalmente tienen por lo menos 20 años de edad (Wells et al., 1999).

Leatherwood et al. (1988) mencionan que las características reproductivas que se conocen de los tursiones del Pacífico han sido inferidas de lo que se conoce de los animales del Atlántico. Reportan que las hembras maduran entre los 2.2 y 2.4 m de longitud y los machos lo hacen entre los 2.5 y 2.6 m. Al parecer existen dos picos de actividad reproductiva, una en primavera y otra en otoño. Jefferson et al. (1993) y Wells y Scott (2002). El periodo de gestación dura aproximadamente un año, mientras que la lactancia dura entre 12 y 18 meses. A pesar de que los nacimientos se han reportado en todas las estaciones, la crianza tiende a ser difusa estacionalmente, teniendo picos durante los meses más calurosos (Connor et al., 1999). Estudios en cautiverio han revelado que las hembras ovulan esporádica y espontáneamente, ovulando varias veces durante ciertas temporadas, mientras que los machos son activos en todo el año, teniendo una elevación prolongada de las concentraciones de testosterona en aquellos meses en que las distintas hembras están ovulando. La vida reproductiva del tursión es prolongada, las hembras de hasta 48 años de edad han parido crías exitosamente y las han podido criar (Wells y Scott, 1999).

Las crías nacen tras un periodo de gestación de aproximadamente un año y pueden medir entre 84 y 140 cm, según la región geográfica. Delgado (2003) reporta que al año de vida las crías nacidas en cautiverio en Xcaret, Quintana Roo, alcanzan una longitud promedio de 192.4 +/- 5.6 cm y a los dos años de edad una longitud de 214.61 +/- 4.82 cm. De acuerdo a Connor et al. (1999), el intervalo entre nacimientos es de 3 a 6 años. La lactancia es la principal fuente de nutrición para las crías durante el primer año de vida, y puede continuar hasta por algunos años más. La ingesta de alimento sólido se ha encontrado junto con leche en el estómago de algunas crías tan jóvenes como de 4 meses de edad. El cuidado materno se extiende por entre 3 y 6 años, separándose de la madre al nacer la segunda cría de ésta. Se ha observado también hembras preñadas, lactando.

Delgado et al. (2002) reportan que con base en observaciones en cautiverio de hembras durante el nacimiento y cuidado de sus crías, la experiencia de las hembras es un factor vital para la supervivencia de crías nacidas en cautiverio al menos durante el primer mes de vida. Esta misma autora encontró que algunas madres primerizas rechazan a su cría, la cual puede ser adoptada por otra hembra con crías. Además, las hembras suelen disminuir la velocidad de nado al amamantar a las crías y suelen estar en constante contacto, tocándolas preferentemente con las aletas pectorales. Conforme las crías van creciendo se va incrementando el distanciamiento de su madre, como reflejo de su independencia y confianza. Delgado et al. (2002) mencionan que el ritmo respiratorio de las crías durante el primer mes de vida no cambia significativamente, ni a lo largo del día, siendo el promedio de respiraciones por minuto de 3.28 +/- 0.68 DE para machos y de 2.78 +/- 0.39 DE para las hembras. Estos autores reportan que de las crías estudiadas, dos murieron a causa de enfermedades respiratorias y que además no habían recibido leche materna al menos durante las primeras 24 horas. El periodo de amamantamiento para los machos se registró en 6.42 +/- 0.68 DE segundos y de 6.06 +/- 0.64 DE seg para las hembras.

Para la Laguna de Tamiahua, Heckel (1992) reporta que en la Boca de Corazones de dicha laguna, los tursiones presentan dos máximos reproductivos durante el año, los cuales son en marzo y en septiembre, y que pudieran estar relacionados con la presencia de alimento durante estos periodos, aunque la actividad reproductora se observa durante todo el año. Por su parte, Zacarías y Zárate (1992) reportan la presencia de crías en las costas de Quintana Roo de enero a agosto en la parte norte del estado, y la parte sur del mismo en abril y agosto.

Para la Ensenada de La Paz, Rojo et al. (2002) reportan una tasa de reproducción anual del 20% y a pesar de no observar una estacionalidad reproductiva muy marcada, durante el

verano registraron un incremento. Rojo (2002) observó una moda de 2 años y una media de 2.85 años en los intervalos de nacimientos de los tursiones, además de una estacionalidad de nacimientos, siendo que para el grupo de la Ensenada hay una continuidad de nacimientos a lo largo del año, con un ligero incremento en verano, mientras que para el grupo oceánico hay una marcada tendencia de nacimientos en los meses de invierno, estacionalidad relacionada probablemente con la disponibilidad del alimento.

Con base en el número máximo de varamientos de neonatos en el noroeste del Golfo de México, Fernández (1993) calculó que la temporada de crianza es durante la primavera; mientras que Delgado (1992) reporta un pico de nacimientos durante la primavera y parte del verano, con el mayor número de crías en el mes de mayo para la Laguna de Términos, Campeche. Por otro lado, Delgado (1996) menciona que en Quintana Roo, las condiciones ambientales que se presentan durante los meses de lluvias, como el parte de nutrientes desde tierra, favorecen la abundancia de presas y por lo tanto de tursiones, ocasionando posteriormente un aumento en el número de crías. La abundancia de esta clase de edad se presenta en la temporada de "nortes".

Proporción sexual.

Con base en ejemplares varados de 1981 a 1990 en el Noroeste del Golfo de México, Fernández (1993) reporta una proporción de 1.3 machos a 1.0 de hembras de la muestra total, sin variar significativamente de año en año. Por otro lado, de 205 estos mismos animales se recolectaron dientes para estimar la edad basándose en el número de grupos de capas de crecimiento (GCC) en la dentina o el cemento, encontró que la proporción de machos y hembras en la clase de >1 GCC fue de 29% y 12%, respectivamente, así como de 16% machos y 40% a partir de los 20 GCC, indicando al parecer, una tasa más alta de mortalidad en los machos durante los primeros 20 años de vida y una mayor longevidad en las hembras.

Estado de conservación.

NOM-059-SEMARNAT-2001 Pr sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr sujeta a protección especial CITES, Apéndice II.

Ziphius cavirostris

*Zífido de Cuvier (*Ziphius cavirostris*)*



Descripción de la especie. La descripción de esta especie está basada en parte de un cráneo colectado cerca de la villa de Fos, en Francia, en 1804. Los machos alcanzan una longitud de 5.5 m y una máxima de 6.7, mientras que las hembras miden 5.8 m, alcanzando ocasionalmente hasta 7 m. Al parecer no existe una diferencia significativa entre la longitud

de ambos sexos, alcanzando ambos un tamaño promedio como adultos de 6.13 m. Machos llegan a pesar 2,700 kg para un machos de 2.69 m, mientras que para las hembras se tienen reportado un peso de 1,300 kg para un ejemplar de 4.70 m, así como un peso de 2,952 kg para una hembra de 6.58 m (Heyning 1989).

La forma del cuerpo de un *Z. cavirostris* es similar a la de otros zífidos, presenta un cuerpo robusto en forma de puro, con extremos menos angostos que los delfines. La aleta dorsal es relativamente pequeña y se encuentra ubicada en los dos tercios del cuerpo posterior al rostro. La aleta va de moderada a fuertemente falcada. Las aletas pectorales son relativamente pequeñas, angostas y se encuentran alojadas dentro de una ligera depresión en el cuerpo, la cual también se puede llegar a encontrar en otros zífidos, la cual aparentemente permite que las aletas pectorales se mantengan firmes contra el cuerpo, aunque su función real se desconoce. Como en otros zífidos, la aleta caudal es proporcionalmente grande y como regla, carece de la muesca que se encuentra en el resto de los cetáceos (Heyning 1989).

Vista de perfil la cabeza del zífido de Cuvier es chata, con un rostro poco de nido y pequeño, el cual presenta un ligero melón. La comisura corre ligeramente hacia abajo desde la punta del rostro, para posteriormente dirigirse hacia arriba, conforme se aproxima al ojo. Sólo en los machos adultos erupcionan un par de dientes, los cuales se localizan en la punta de la mandíbula. Por otro lado, la especie presenta también un par de surcos gulares que convergen en su parte posterior. La fosa nasal se localiza ligeramente hacia el lado izquierdo y tiene forma de una media luna, con las puntas dirigidas anteriormente y (Heyning 1989). El sople es bajo, difuso y se dirige hacia delante (Backus y Schevill 1961, Norris y Prescott 1961), haciendo los avistamientos más difíciles de percibir. El conteo de vértebras reportado para la especie es de C7, T9-10, L9-11, Ca 19-22 con un total de 46-49 vértebras (Oliver 1922, Scott y Parker 1989, True 1910), sin embargo, un ejemplar descrito en Buenos Aires presentó un total de 54 vértebras (Burmeister 1866).

El patrón de pigmentación del zífido de Cuvier no se conoce debido al poco número de especímenes examinados que no resultaron lo suficientemente frescos para ser útiles. Aparentemente este patrón de pigmentación es sexualmente dimórfico y cambia ontogénicamente. La mayoría de las descripciones que se encuentran documentadas se basan en las fotografías de un macho maduro varado y fresco. Este espécimen es gris pizarra oscuro en la mayoría del cuerpo con una cabeza definitivamente blanca. Esta coloración blanca continúa ligeramente hacia la porción posterior, a lo largo del dorso. Al parecer éste es el patrón encontrado en la mayoría de los machos descritos para el Atlántico norte, el Pacífico norte y el hemisferio sur. Por otro lado, las hembras adultas tienden a variar de color, el cual va de un gris oscuro a un café-rojizo, con una ligera aclaración de la piel en la cabeza. Ésta no suele ser tan contrastante como en los machos y al parecer no llega a extenderse posteriormente en el dorso del cuerpo. Generalmente suele haber patrones distintivos de pigmentación oscura en la cabeza de las hembras.

La piel de los zífidos presenta parches ovalados claros y marcas lineares que le dan al animal una apariencia moteada. Ambos tipos de marcas generalmente se encuentran en la mayoría de los zífidos (Heyning 1984). Estos parches ovales se atribuyen a marcas o cicatrices dejadas por lampreas o a tiburones del género *Isistius sp.* (Mead et al. 1982), sin embargo, también pueden deberse a infecciones de la piel. Por otro lado, las marcas lineales aparentemente representan cicatrices que resultan de los dientes de los machos que tratan de establecer su rango jerárquico durante peleas intra específicas, además de presentarse más comúnmente en machos maduros (Heyning 1984).

El ojo de un zífido de Cuvier es típicamente oscuro y presenta un par de semicírculos oscuros alrededor de éste, un anterior y otro posterior. Un espécimen joven descrito para Nueva Zelanda presentaba una coloración negra-oscura o negra-azulada arriba y clara por debajo, pigmentación similar a la de los ejemplares jóvenes del género *Mesoplodon*, la cual pudiera representar el patrón de pigmentación primitivo para las crías de muchos zífidos (Heyning 1989).

Se ha reportado la presencia de balanos *Xenobalanus sp.* en la aleta caudal y dorsal de algunos ejemplares varados (Bane y Zullo 1981), así como balanos del género *Conchoderma* en los dientes apicales erupcionados (Fordyce et al. 1979; Minasian et al. 1984).

Distribución histórica estimada. Como ocurre con la mayoría de los cetáceos poco comunes, la distribución de *Ziphius cavirostris* es conocida básicamente a partir de varamientos. Estos registros indican que la especie es la más cosmopolita de las ballenas picudas y se distribuye en todos los océanos y mares, a excepción de las aguas polares (Moore 1963).

El zífido de Cuvier se ha registrado en numerosos varamientos en la Gran Bretaña, Francia, España y Portugal, además del Mediterráneo. Esta especie no se ha llegado a documentar en la costa atlántica de Canadá aunque se han presentado numerosos varamientos en la costa oriental de Estados Unidos y en la costa del Golfo del mismo país, así como en aguas caribeñas. En el Golfo de México y en aguas caribeñas se han presentado numerosos varamientos. Wursig et al. (2000), Vidal (1991) y Ward et al. (2000) reportan que a pesar de que hay poca información respecto a la abundancia de la especie, existen una gran cantidad de varamientos reportados en el Golfo de México. Por su parte Delgado-Estrella et al. (1998) reportaron el de la especie en Campeche y Gordillo et al. (2001) en Playa Mazunte, Tonameca, Oaxaca.

Esta especie es menos frecuentemente reportada en varamientos en el Atlántico sur, quizá debido al poco esfuerzo en la búsqueda y reporte de los mismos, sin embargo, los que se tienen incluyen registros a todo lo largo de la costa de Sudamérica al sur hasta Tierra del Fuego, así como varamientos de la costa suroccidental de África. En el Pacífico noroccidental, se han registrado varamientos en las Islas Comander y en Japón, de hecho, en este último país se llegaron a capturar un pequeño número de ejemplares dentro de la pesquería de *Berardius* durante todo el año, aunque la mayoría se capturaban entre mayo y octubre, con un pico en agosto. En el Pacífico nororiental, de Alaska hasta Baja California se han registrado varamientos. Mitchell (1968) examinó los cráneos de estos varamientos y propuso la presencia de una población panmítica en la región. Algunos especímenes de *Z. cavirostris* también se han encontrado en Hawái (Galbreath 1963, Richards 1952) y en el Golfo de California (Orr 1966, 1967). Por su parte, en el Pacífico suroriental, a lo largo de la costa de Sudamérica, se han registrado ejemplares desde Chile hasta las Islas Galápagos y también se han reportado en el Pacífico occidental tropical y en Java. También hay numerosos registros en Nueva Zelanda y este tipo de eventos no es poco común a lo largo de las costas de Australia y Tasmania. En la porción occidental del Océano Índico se han visto ejemplares de la especie a lo largo de las costas de Sudáfrica y las Islas Comoro.

Microclima.

Los registros balleneros indican que fuera de Japón, la especie es más comúnmente encontrada en aguas profundas de más de 1,000 m (Nishiwaki y Oguro 1972). Durante los

censos de 1992-1997 la especie fue observada en la zona más profunda del golfo de México noroccidental, en profundidades de aproximadamente 2000 m (Ward et al. 2000).

Cárdenas-Hinojosa (2005) han reportado particularmente para el caso del Golfo de California, que se encuentran a profundidades que oscilan entre 550 y 2,200 m. Estos mismos autores mencionan que con base en 22 avistamientos de ballenas picudas registradas en 2004 y 2005, se las observó a distancias de entre 4.9 y 63.6 km de la costa; los de *Ziphius* representan 68% de los avistamientos.

Tipo de ambiente.

La distribución de la especie se conoce básicamente por varamientos. De todos los integrantes de la familia *Ziiphiidae* es la especie más cosmopolita y se distribuye en todos los océanos, excepto en aguas polares (Heyning 2002).

Hábitat. De acuerdo con sus hábitos alimenticios se reporta como una especie oceánica (Heyning 2002).

Antecedentes del estado de la especie, o en su caso, de las poblaciones principales. Los únicos reportes de la especie en el Golfo de California se refieren a varamientos como los descritos por Orr (1966 y 1967); Aurióles et al. (1984); Aguayo et al. (1986); Vidal (1991); Urbán et al. (1997a) y Marín et al. (2002). A pesar de que Leatherwood y Reeves (1983) mencionan que es uno de los cetáceos con distribución más amplia, y a que Vidal et al. (1993) lo reportan como el zífido más común en el oriente del Pacífico norte, Aurióles et al. (1984) lo describen como una de las especies de mamíferos marinos poco comunes en la Bahía de La Paz.

Dentro de los avistamientos reportados se pueden mencionar a los hechos por Barlow et al. (1997), Mangels y Gerrodette (1994), Urbán y Aguayo (1985) y Cárdenas-Hinojosa et al. (2005)

Historia de vida.

El zífido de Cuvier, como mamífero, es una especie vivípara y homeoterma. Se distribuye en todos los océanos y mares, a excepción de las aguas polares. Es muy poca la información que se tiene sobre la distribución estacional o movimientos de esta especie, ya que la mayoría de la información procede de animales varados. Leatherwood et al. (1988) mencionan que debido a que algunos varamientos se han reportado en altas latitudes durante el invierno, no existe un patrón regular migratorio de norte a sur.

Tamaño poblacional.

No hay información disponible. Sin embargo, para todos los zífidos el tamaño poblacional estimado para el Golfo de California durante 1993 fue de 13, 208, con un PBR de 87 (Gerrodette y Palacios 1996).

Actualmente se tienen foto identificados seis individuos en el golfo (Cárdenas-Hinojosa et al. 2005).

Categoría de edad, tamaño o estadio.

Las categorías en las que se puede llegar a distinguir a esta especie son en madres con cría y adultos sin cría. Los machos tienen la cabeza más clara y en el cuerpo presentan cicatrices como rayas (Leatherwood et al. 1988).

Proporción sexual.

De acuerdo con los datos obtenidos por la captura oportunista japonesa sobre la especie, se determinó que las capturas variaban de 3-35 animales por año, con una proporción sexual de 67% de machos y 33% de hembras, aunque es poco claro si esta proporción refleja la actual estructura poblacional en el área o si está sesgada por el método de captura (Nishiwaki y Oguro 1972, Omura et al. 1955).

Reproducción.

Poco se conoce sobre los parámetros reproductivos de *Z. cavirostris*. La edad de madurez sexual en los machos es de 11 años, a una longitud de 5.26 m, aunque Omura et al. (1955) reportaron una longitud promedio de madurez sexual de 5.50 m. La longitud de madurez sexual en las hembras es de 5.12 m, aunque de acuerdo con la pesquería japonesa, la longitud promedio de madurez sexual para estas es de 5.80 m (Heyning 1989). Tomilin (1957) reportó una temporada de crianza con un pico en otoño y Mead (1984) estimó un tamaño promedio al nacer de 2.7 m, con un peso de 250 kg.

Alimentación.

La mayoría de los registros listan al calamar como la principal fuente de alimento para el zífido de Cuvier, aunque también consumen peces y algunos crustáceos, lo que indica que la especie es oportunista (Fordyce et al. 1979, Kenyon 1961, Mitchell y Houck 1967, Nishiwaki y Oguro 1972, Omura et al. 1955, Ross 1984, Tomilin 1957). La mayoría de las presas reportadas para la especie se encuentran en mar abierto o son mesopelágicas u organismos bentónicos de aguas profundas, confirmando la idea de que *Z. cavirostris* es una especie oceánica, es decir, de aguas profundas.

Conducta.

Los varamientos de la especie son los más numerosos dentro del grupo de las ballenas picudas, que señala probablemente que no son tan raros como originalmente se pensaba. Hay dos registros de varamientos masivos de la especie, uno de cinco animales en Puerto Rico (Erdman et al. 1973) y otro de seis en las Islas Galápagos (Robinson et al. 1983).

Los tamaños de grupo van de 1-7 (1-25), aunque Pitman et al. (1987) mencionan que es más frecuente observar animales solitarios. Por su parte, Cárdenas-Hinojosa et al. (2005) reportan tamaños grupales de 1-4 individuos para el Golfo de California, con una media de 2.4 animales. La duración de los buceos hasta ahora reportada es de por lo menos 30 min (Kellogg 1940, Miyazaki y Wada 1978) y se han llegado a observar ejemplares saltando fuera del agua (Leatherwood et al. 1982, Miyazaki y Wada 1978). Aparentemente el zífido de Cuvier es una especie tímida la cual exhibe temor ante las embarcaciones, ya que hay evidencia de que se alejan buceando cuando éstas se aproximan.

Uso de hábitat.

No hay información disponible. Ámbito hogareño. No hay información disponible.

Categoría de riesgo NOM-059-Semarnat-2001: sujeto a protección especial (Pr).

Otras clasificaciones. UICN: insuficientemente conocida (insufficiently known). CITES: Apéndice II.

Factores de riesgo.

En el pasado se capturaban ejemplares de esta especie, principalmente dentro de la pesquería japonesa de *Berardius* (Nishiwaki y Oguro 1972; Omura et al. 1955). A pesar de que las capturas de esta última especie continúan, no se han obtenido más ejemplares de *Z. cavirostris* en años recientes. Por otro lado, en las Antillas menores ocasionalmente se llegaron a cazar algunos ejemplares (Caldwell y Caldwell 1971).

Al parecer actualmente la contaminación marina ha llegado a afectar a organismos de esta especie en lugares como Nueva Zelanda, en donde se han reportado niveles de toxinas como DDE, DDT, DDD y mercurio (Fordyce et al. 1979).

1*Descripciones tomadas de: *Las ballenas del Golfo de California*, Jorge Urbán Ramírez, Mercedes Guerrero Ruiz y Lorenzo Rojas Bracho. 2006 Semarnat/INE.

Tortugas marinas

Cerca de las aguas de Isla Socorro se pueden observar cuatro especies de tortugas: tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*). Esta última anida en Isla Clarión (Awebrey et al. 1984); ahí Holroyd y Trefry (2010) estimaron la presencia de hasta 500 nidos de tortuga verde en un período de dos semanas en Bahía Azufre, el único lugar de la isla donde puede depositar sus huevos. Isla Clarión se considera una de las tres zonas de reproducción más importantes en el Océano Pacífico para la tortuga verde (Blanco et al. 2012). Se ha sugerido que el POT fue colonizado desde el Pacífico Occidental vía el Pacífico Norte Central, y que el Archipiélago de Revillagigedo sirvió como escalón migratorio para la radiación de tortuga verde desde Hawaii hasta el POT.

Amenazas.

Como especies reconocidas en peligro de extinción por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN, su explotación está protegida en casi todos los países del mundo. En México es ilegal capturar, dañar o matar tortugas marinas. Adicionalmente, algunos países han implementado varias leyes para proteger a las tortugas y sus sitios de anidación dentro de su jurisdicción. Sin embargo, la población de tortugas aún está en peligro de extinción debido a algunas prácticas humanas.

Las tortugas marinas son particularmente susceptibles a declives en su población debido a su vulnerabilidad frente a impactos de origen antropogénico, durante todas sus etapas de vida. Posiblemente el factor de mayor detrimento es la depredación intencional de nidos para colecta de huevos en playas de anidación, aunado a la captura de ejemplares adultos en sitios de pastoreo. Desafortunadamente, la colecta de huevos sigue siendo legal en diversos países, aún cuando esto provoca declives poblacionales significativos (Humphrey y Salm 1996, Fleming 2001, Fretey 2001). Adicionalmente, existen impactos incidentales en todo el mundo,

tanto en ambientes costeros como marinos; éstos incluyen degradación de hábitats en playas de anidación y sitios de alimentación y enfermedades. La mortalidad asociada al enmallamiento en redes de pesca es la principal amenaza de muerte incidental. La destrucción de nidos asociada al desarrollo de infraestructura costera juega también un papel considerable en el declive de poblaciones de tortugas marinas, así como la iluminación artificial en playas turísticas que altera los patrones de anidación y eclosión de juveniles.

Descripción de las cuatro especies:

Tortuga verde (*Chelonia mydas agassizii*) y Tortuga prieta (*C. m. mydas*)

Tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*)

Tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*)

Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*)

Tortuga negra (*Chelonia mydas agassizii*) y tortuga verde (*C. m. mydas*)



5.-Cria de Tortuga negra / A. Gaos

Frecuentemente se considera que el género *Chelonia* incluye la especie *C. mydas* con dos subespecies: la tortuga negra *C. m. agassizii* (Bocourt, 1868) en el Pacífico Oriental (de Baja California hacia el sur hasta Perú y hacia el oeste hasta las Islas Galápagos) y la tortuga verde *C. m. mydas* (Linnaeus, 1758) en el resto del rango de distribución global. Sin embargo, existe controversia sobre el estatus taxonómico de la tortuga negra ya que difiere de la tortuga verde en tamaño, coloración, forma de carapacho (Groombridge y Luxmoore, 1989) y características osteológicas. Los resultados de diversos análisis de ADN tanto mitocondrial como nuclear no apoyan la distinción de la tortuga negra como una especie distinta (Bowen et al., 1992; Karl y Bowen, 1999). Por lo mismo, los tratados y convenciones internacionales como la Convención Internacional para el Comercio de Especies en Peligro de Extinción (CITES) y la Convención Interamericana para la Conservación de las Tortugas Marinas (CIT) solamente reconocen a la especie *Chelonia mydas*.

Las tortugas del género *Chelonia* presentan la mayor variación de coloración a lo largo de su rango de distribución entre las tortugas marinas, pasando del casi blanco jaspeado al negro; la superficie dorsal de la cabeza y aletas son de color verde olivo, pudiendo tener tonalidades de color gris oscuro o negro, mientras que el plastrón varía del blanco o crema hasta gris-olivo o azulado. Las crías tienen un caparazón de color negro a gris-oscuro y un plastrón blanco. Tienen un borde blanco alrededor del dorso del caparazón y de las aletas. Los juveniles presentan coloración llamativa, con un patrón de colores claros y marrón, marrón-rojizo, olivo y amarillo en el dorso. Es común encontrar crustáceos cirrípedos como espibiones en el carapacho, plastrón y aletas de juveniles y adultos.

La cabeza es pequeña en comparación con el tamaño del cuerpo, con perfil redondeado y escamas bien definidas, con un par de escamas pre frontales y cuatro pos orbitales (Fig. 1). Tiene el borde de la mandíbula inferior aserrado, lo que le permite cortar fácilmente pastos marinos y algas, su dieta principal.

La tortuga negra se distingue de la tortuga verde principalmente por su tamaño, coloración y forma del caparazón. El caparazón de una tortuga negra adulta es más angosto y alto. La escotadura del caparazón sobre las aletas posteriores es más marcada en la tortuga negra (Márquez, 1990). El caparazón de la tortuga verde tiene forma casi ovalada sin escotadura a la altura de las aletas traseras (Márquez, 1990). Ambos tipos tienen cuatro pares de escudos costales y cada aleta presenta una sola uña en el borde externo.

El peso promedio de la tortuga verde es de 155 ± 30 kg en Quintana Roo, y el promedio de largo curvo del caparazón (LCC) es de 106.6 ± 5.64 cm (Zurita et al., 1993). En el Parque de Xcaret, las tortugas alcanzaron la edad reproductiva a los 12 años de edad (Negrete, 2006).

La anidación de la tortuga verde es de junio a septiembre, aunque su mayor frecuencia es en junio y julio. Las tortugas tienden a regresar a los mismos sitios de anidación después de cada temporada. Las hembras adultas se reproducen cada 2-3 años, reanidando 3 veces en promedio por temporada (de 1 a 8 puestas), con 12-15 días entre puestas; depositan en promedio 123 ± 22 huevos por nido (rango 32-204). El período de incubación es de 60 a 65 días (Zurita et al., 1993). Para la tortuga negra en Michoacán, la temporada de anidación se extiende de agosto a enero, con un pico en octubre y noviembre (Márquez, 1990); esta temporada de anidación puede variar según la ubicación latitudinal de la playa.

Durante la fase pelágica de crías y juveniles, las tortugas del género *Chelonia* son omnívoras, aunque tienen una fuerte predilección por alimento de origen animal. El color del plasma de la sangre apoya esta noción: Cuando la tortuga verde arriba a áreas costeras de las Bahamas su plasma carece de pigmentos; después de iniciar su alimentación con pastos marinos su plasma presenta una coloración amarilla como resultado de los pigmentos de las plantas.

Las tortugas negras abandonan los hábitats pelágicos y se incorporan a las áreas de desarrollo y alimentación costeras con un tamaño de aproximadamente 40 cm de LRC en la Península de Baja California (Seminoff et al., 2002b). En estas áreas, las tortugas negras cambian su dieta a artículos principalmente de origen vegetal. Como especie herbívora, las tortugas verde y negra ocupan un nicho alimenticio único entre su grupo, ya que consumen principalmente pastos marinos y algas, aunque también llegan a proveerse en ocasiones de artículos de origen animal, especialmente medusas, tunicados y esponjas.

La composición de la dieta varía con las áreas de alimentación. En Perú han sido reportadas algas (*Macrocystis*, *Rhodymenia* y *Gigartina*), moluscos (*Nassarius*, *Mytilus* y *Semele*), gusanos, medusas, anfípodos y peces, especialmente sardinias y anchovetas en contenidos estomacales. En las Islas Galápagos se han reportado algas (*Caulerpa* y *Ulva*) y hojas de mangle (*Rhizophora mangle*) como parte de la alimentación. En Ecuador, se reportó la presencia de huevos de peces en el estómago de una hembra. En una muestra de 19 tortugas, Márquez (1990) reportó que el contenido alimenticio estuvo compuesto por 90% de algas (*Gracillaria* y *Sargassum* siendo las más abundantes) 1% de artículos de origen animal (moluscos, crustáceos, briozoarios, esponjas, medusas y equinodermos) y 9 % de material no identificado.

Casas-Andreu y Gómez-Aguirre (1980) registraron componentes similares en tortugas analizadas en la costa occidental de México, siendo *Ulva* el alga más abundante en las muestras de contenido alimenticio. En el Canal de Infiernillo, ubicado en el área entre Isla Tiburón y el continente, en el Golfo de California, las tortugas negras se alimentan de pastos marinos (*Zostera marina*) y de la babosa marina (*Aplysia californica*).

En lo que respecta a la edad de madurez sexual de las hembras de tortuga verde, en la región del Caribe mexicano se cuenta con registros de hembras anidadoras de entre 11 y 16 años de edad, información generada a partir de marcas de autoinjerto y metálicas en crías y juveniles, respectivamente (Negrete 2006; Herrera et al., 2007).

Distribución Histórica y Actual.

La tortuga verde puede ser encontrada a través de las aguas tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Márquez, 1990). La especie se localiza en diferentes hábitats: se ha registrado la anidación en 80 países, en los que se incluyen las costas mexicanas (GETM, 2004). Las crías, juveniles y adultos migrantes ocurren en zonas pelágicas; las principales colonias de anidación en el mundo de tortuga verde ocurren en Tortuguero (Costa Rica), Isla Raine (Australia), Omán, y Brasil (Dodd, 1997; GETM, 2004). En México, la tortuga verde anida en las playas de los estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

La tortuga negra se distribuye a lo largo de toda la costa del Pacífico desde México hasta Centroamérica. Sus principales sitios de anidación se encuentran en el estado de Michoacán, principalmente las playas de Colola, Maruata, Paso de Noria y Motín del Oro, así como en las Islas Galápagos y Ecuador (Cliffon et al., 1982). Existen otros sitios de importancia en México, como las Islas Clarión y Socorro, así como sitios de anidación esporádica en playas de Guerrero, Jalisco y Oaxaca (Márquez, 1990).

En general, la distribución de la especie no ha cambiado respecto a registros históricos, sin embargo, en fechas recientes se ha actualizado el conocimiento de áreas de alimentación con el uso de nuevas tecnologías como la telemetría satelital.

Los estudios con marcadores genéticos han sido invaluable para identificar las unidades demográficas de tortugas marinas. Se ha señalado que si las tortugas de distintos sitios de anidación son genéticamente distintas, entonces son probablemente poblaciones independientes, sugiriendo que los esfuerzos de protección de una colonia no tendrían un impacto sobre la otra, y en consecuencia el manejo o plan de recuperación deberían ser implementados en cada sitio de anidación. Los primeros estudios de genética poblacional para la tortuga verde en México fueron realizados por Encalada y cols. (1996, 1999) caracterizando

solamente la población que anida en Quintana Roo. Recientemente, empleando marcadores moleculares de la región control del ADN mitocondrial, se identificó una sola unidad de manejo que contiene las múltiples colonias que anidan en Quintana Roo, con una incipiente diferenciación para las colonias que anidan en las islas de Holbox y Cozumel. Por su parte, Millán-Aguilar (2009) con muestras provenientes de la costa del Golfo de México, identificó cuatro unidades adicionales comprendiendo las colonias que anidan en Tamaulipas-Veracruz, Campeche - Yucatán, Cayo Arcas y Arrecife Alacranes. Para la tortuga negra, un estudio con marcadores de micro satélites no encontró evidencias de sub- estructura poblacional (Chassin et al., 2004).

Se han utilizado varias técnicas de marcaje-recaptura para conocer los desplazamientos, rutas migratorias y la edad de las tortugas verdes en el Caribe mexicano. La población de tortuga verde de Quintana Roo forma parte importante de los ecosistemas marinos a todo lo largo del Atlántico Norte, Caribe, Centroamérica y México, información confirmada por los diferentes tipos de marcas aplicadas a las tortugas de estas colonias y que han sido encontradas en áreas de alimentación dentro y fuera de México. Se han identificado con marcadores moleculares a ejemplares en las costas del este de Estados Unidos y en Barbados. Las marcas metálicas han permitido identificar a tortugas juveniles y sub adultos en Cuba, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

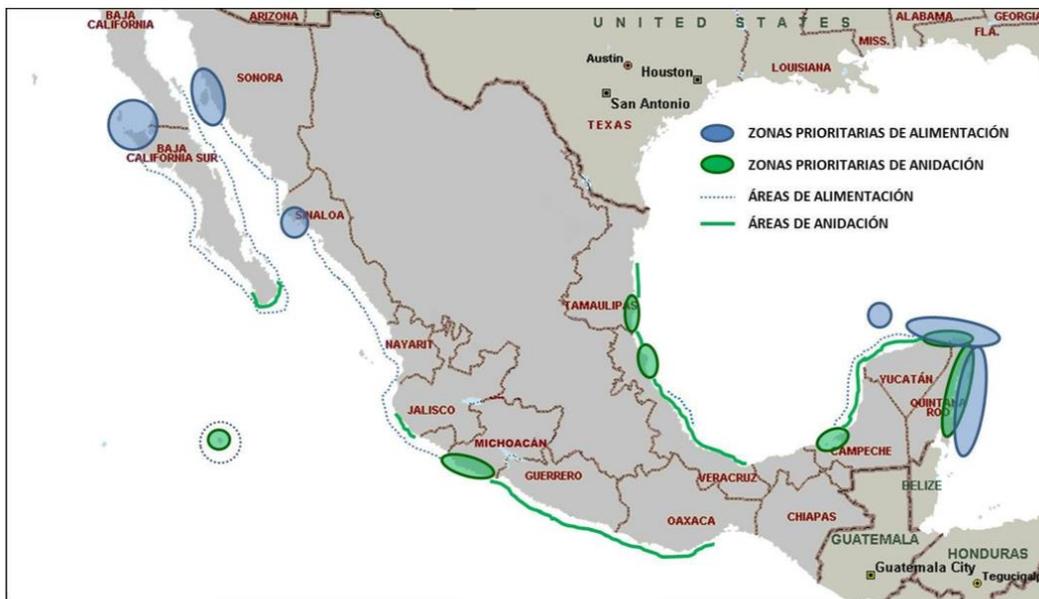


Figura 2.- Mapa de distribución de áreas de alimentación y anidación de *Chelonia mydas*

1* Programa de Acción para la Conservación de las Tortugas Verde y Negra, Dirección de Especies Prioritarias para la Conservación, CONANP, 2011

Tortuga Laúd (*Dermodochelys coriacea*)



La tortuga laúd es la más oceánica de las tortugas marinas y por lo mismo, una de las que menos se conoce. Es el reptil marino más grande que existe; en el Caribe pueden llegar a medir hasta 178 cm. (largo curvo del caparazón) y pesar hasta 500 Kg. (Boulon et al., 1996). Las laúdes del Pacífico mexicano, son más pequeñas, alcanzan una talla promedio de 142 cm. de largo curvo de caparazón (Sarti et al., 2007). Sus características anatómicas y biológicas la hacen muy diferente al resto de las tortugas, y la colocan como el único miembro viviente de la familia Dermochelyidae.

Carece de escamas en la totalidad del cuerpo, el cual está cubierto de una piel suave de textura coriácea, de color negro moteado de blanco. El caparazón es ligeramente flexible, compuesto de un mosaico de pequeños huesos dérmicos; las costillas son delgadas y carecen de rebordes pleurales, manteniéndose separadas toda la vida del organismo. Presenta 7 quillas longitudinales en el caparazón y 5 en el plastrón. En la parte dorsal de la cabeza presentan una mancha rosa característica de cada individuo y que puede ser usada como marca de identificación individual.

Pueden realizar inmersiones hasta 1,000 m de profundidad y permanecer en la inmersión por 15 minutos aproximadamente (Eckert et al, 1989). Debido a un sistema arterio-venoso de contracorriente, su capa subepidérmica de grasa, gran actividad muscular e inercia térmica por su tamaño, es capaz de mantener su temperatura corporal hasta 18° C por encima de la temperatura del agua, por lo que puede habitar en mares muy septentrionales o australes. Sin embargo siempre busca áreas tropicales durante su época reproductiva. Su temporada de anidación en el Pacífico Oriental es de octubre a abril, aunque se le ha observado raramente en julio, agosto o septiembre; desova 5 veces en promedio aunque se han registrado hasta 12 puestas por hembra en una temporada, y pone 62 huevos en promedio; el éxito de eclosión es generalmente más bajo que las otras especies aún en condiciones de incubación in situ. (Sarti et al., 2007)

Es una especie con amplia distribución mundial. En México la encontramos a lo largo del Pacífico con zonas de mayor densidad en los estados de Michoacán, Guerrero y Oaxaca. Entre cada anidación permanece relativamente cerca de la costa y suele anidar en la misma playa cada vez, pero en ocasiones se desplaza por más de 400 Km. para hacerlo en otra playa. Se considera una especie de lopatría débil (Dutton et al, 1999); durante la temporada 1998-1999 se encontró una hembra anidando en la playa de Tierra Colorada que había sido

marcada en Playa Grande, Costa Rica en 1995. (Sarti et al, 1999). Para anidar pre ere playas abiertas, de poca pendiente y sin obstáculos (Pritchard, 1971; Mortimer, 1981a).

Su alimento principal cuando son adultos son las medusas y algunos peces asociados a éstas (Mortimer, 1981b). Nada se sabe de sus hábitos alimenticios cuando son jóvenes o postcrías. Realiza grandes migraciones tanto verticales como horizontales. Las primeras las realiza principalmente en busca de su alimento por lo que son migraciones que tienen que ver con la luz del día; las segundas están relacionadas con sus ciclos reproductivos. Las hembras que anidan en México, una vez que ha terminado su temporada de anidación, se dirigen hacia el Sur alcanzando latitudes por debajo de los 23° S (Eckert y Sarti, 1997). Poco se sabe de los machos, pero se asume que viajan con las hembras hasta llegar frente a las playas de anidación. Es posible que tengan apareamientos durante su migración antes de llegar a las zonas reproductivas y que sean ellos los primeros que salen de regreso a sus zonas de alimentación y refugio. Esta especie tiene un intervalo de remigración promedio de 3 años, siendo el máximo registrado para el Pacífico mexicano de 9 años (Sarti et al., 2007).

Distribución histórica y actual.

Actualmente se conoce la distribución y abundancia de la anidación anual a lo largo de todo el Pacífico mexicano y centroamericano. Se ha llevado el monitoreo de la abundancia de manera sistemática y estandarizada en toda la región desde la temporada 1995. De acuerdo a su abundancia, se consideran dos categorías de importancia de las playas de anidación: (1) Playas Prioritarias y (2) Playas de anidación ocasional o rara.

Diagnóstico Poblacional.

La población del Pacífico oriental fue considerada durante mucho tiempo la más grande del mundo, estimándose al inicio de los 80's que el área del Pacífico mexicano albergaba el 65% de la población mundial (75,000 hembras estimadas entonces). Actualmente en México esta especie está catalogada En Peligro de Extinción en la NOM- 059-SEMARNAT-2001. Sin embargo, debido a que la mayoría de las poblaciones conocidas en diversas partes del mundo muestran una declinación drástica de más del 80% en menos de 20 años, por lo que actualmente la tortuga laúd está clasificada por la UICN En Peligro Crítico de Extinción.

El Playón de Mexiquillo, Michoacán es la única playa en México que cuenta con una base de información completa y continua desde 1982 por lo que se considera como playa índice. En esta playa, igual que en otras del mundo, la reducción de la población ha sido evidente: de alrededor de 4,000 anidaciones registradas a mediados de los 80's (1,000 hembras estimadas) en los primeros 4 Km. Hacia el SE de la playa, se registraron menos de 100 nidos al inicio de los 90's, lo que representó 16 hembras anidadoras para los 18 Km., longitud total de esta playa. Esto significa una reducción de más del 95% en el tamaño de la población anidadora en esta playa en una década. Se ha estimado y corregido el total de nidos para aquellos años de gran abundancia por lo que sólo se recorría menos de la mitad de la playa (Sarti et al., 2007). Esto muestra una reducción aún más drástica, de unos doce mil nidos a mediados de los 80's, a menos de 100 en 1993.

Las principales causas de la declinación de la población del Pacífico mexicano se han explicado por:

1. El saqueo de huevos y la matanza de hembras en las playas de anidación. A pesar de ser ilegal, es una práctica común en la mayoría de las playas de anidación. Se estima que antes de los programas de protección establecidos en las playas índice en los 80's, el saqueo de huevos era de hasta 100 %, con lo cual la producción de crías era casi nula (Sarti et al., 2007). Esta situación aún continúa en las playas de importancia menor que no cuentan con programas de protección y acciones de vigilancia. En algunas playas las hembras se matan para obtener el huevo sin esperar que la tortuga haga el nido. En otros lugares las hembras son sacrificadas para obtener el aceite ya que se considera como medicamento tradicional contra enfermedades respiratorias; la carne se utiliza ocasionalmente como alimento por poblaciones costeras. Los huevos, aunque son una fuente alimenticia para los pobladores locales, en general son obtenidos como una fuente de ingresos rápida que resuelve sus problemas inmediatos a pesar del riesgo que tiene el ser sorprendido con huevos de tortuga. La pena actualmente es de 1-12 años de cárcel sin derecho a fianza.

2. Captura incidental.

Hay evidencias que la población de laúdes del Pacífico oriental es fuertemente afectada por la pesquería con palangre, redes de deriva, de arrastre y cerco principalmente, tanto en aguas nacionales como internacionales. Se han documentado hembras de tortuga laúd que portaban marcas mexicanas y que fueron capturadas incidentalmente en palangres chilenos (Frazier y Brito-Montero, 1990). Asimismo, el impulso que Chile dio a la pesquería del pez espada con palangre en los 80's coincide con el inicio del colapso de la población anidadora en México (Eckert y Sarti, 1997). Las laúdes normalmente no muerden las carnadas, pero se enganchan en los anzuelos y las líneas de los palangres, o son atrapadas en las redes agalleras y de deriva. Se desconoce la tasa de mortalidad en estos incidentes. Tampoco existe información disponible sobre la tasa de captura incidental en las flotas cerqueras, palangreras y agalleras mexicanas.

3. Captura dirigida.

Aunque la carne no es muy apreciada, las laúdes se han capturado para la venta de su carne como carne de res, consumo familiar o uso como carnada en la pesquería artesanal de tiburón en ciertas áreas. Las tortugas son arponeadas y destazadas en el mar, por lo que la incidencia de estas acciones es muy difícil de evaluar.

Grado de Vulnerabilidad de la Especie.

La tortuga laúd es una especie longeva, que tarda un tiempo estimado de maduración sexual de 14 – 20 años (Zug y Parham, 1996), con un alto grado de especialización ya que se alimenta exclusivamente de medusas y zooplancton, aunque se ha registrado la presencia ocasional de restos de peces, crustáceos y algas clorofitas en contenidos estomacales de tortuga laúd (Den Hartog y Van Nierop, 1984). A pesar de que tiene la más alta tasa de fecundidad de todas las tortugas marinas, medida como producción anual de huevos, la mortalidad en crías es elevada. Es la especie de mayor tamaño entre las tortugas marinas, y se ha demostrado que el tamaño corporal está directamente relacionado con el riesgo de extinción (Begon, et al, 2006). Estas características de su historia de vida la hacen altamente vulnerable.

Tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*)*



4.- Tortuga verde / Humberto Bahena Basave / Ecosur-Chetumal

Características Generales.

Su nombre común en inglés significa “pico de halcón”, debido a la forma de pico de su mandíbula superior. Tiene una cabeza relativamente estrecha (mide aproximadamente 12 cm. de ancho) con dos pares de escamas pre-frontales. Su caparazón tiene forma ovalada, escudos gruesos y superpuestos, un margen posterior marcadamente aserrado y cuatro pares de escudos costales; los escudos superpuestos son una característica única de la tortuga carey. Estos presentan una fuerte pigmentación de variaciones de anaranjado, amarillo y café, por lo cual son muy codiciadas comercialmente para elaborar artesanías. Su plastrón es de color amarillo pálido a blanco.

La tortuga carey es una de las más pequeñas de todas las tortugas marinas, midiendo hasta 90 cm. de longitud y alcanzando hasta 80 Kg. Sus aletas delanteras son de longitud mediana en comparación con las de otras especies; además tienen dos uñas en cada aleta.

Hábitat.

La tortuga carey es la más “tropical” de todas las especies de tortugas marinas, al encontrarse típicamente en aguas tropicales y subtropicales del Atlántico, Pacífico e Índico, donde aparece en zonas de arrecifes de coral, áreas rocosas, estuarios y lagunas costeras. Se encuentra principalmente en el Mar Caribe, el norte del Golfo de México, las Antillas Mayores y Menores y a través de América Central hacia el sur hasta Brasil. En el Pacífico Oriental ha sido observada en el Golfo de California y los estados del noroeste de México y desde las costas centroamericanas hasta Colombia y Ecuador en América del Sur.

Dieta.

La forma que tienen la cabeza y el pico de esta especie le permite extraer comida de las grietas de los arrecifes. Su dieta consiste de esponjas, anémonas, calamares y camarones. La tortuga carey juega un papel ecológico importante en la salud del ecosistema de los arrecifes. Al ser altamente selectiva se alimenta solamente con tipos específicos de esponjas, lo cual le da oportunidad a otras especies para competir por el espacio y los nutrientes disponibles en el arrecife y les permite establecerse eventualmente en este espacio.

Anidación.

Es extremadamente difícil calcular la edad de madurez sexual de las tortugas marinas; sin embargo, varios modelos han estimado que las tortugas carey necesitan entre 20 y 40 años para alcanzar la madurez. Esta información se basa en tazas de crecimiento, el tiempo que necesita una cría llegar al etapa juvenil, y la condición de las gónadas. Las hembras anidan cada dos años o más, y ponen entre dos y cinco veces por temporada, en intervalos de aproximadamente 15 días. En promedio, cada nido tiene 160 huevos pequeños; sin embargo, para esta especie se registró el nido más grande de cualquier tortuga, con 250 huevos. Los huevos se incuban alrededor de 60 días. Son únicas en el sentido de que su pequeño tamaño en conjunto con una gran agilidad les permite anidar en playas con un acceso difícil. Por ejemplo, pueden atravesar arrecifes costeros que limitan el paso de otras especies. Aunque se considera una especie de anidación solitaria, hay sitios importantes de anidación en el Gran Caribe.

Crías.

El color del caparazón de las tortuguitas varía entre café claro y oscuro, y son relativamente pequeñas, con una longitud típica de 40 mm.

Migraciones.

Información sobre las migraciones de esta especie es muy escasa debido a que hasta el momento se han marcado muy pocas en comparación con otras especies. El marcaje externo es una técnica utilizada para estudiar patrones de migración por medio de la aplicación de una placa de metal o plástica en las aletas. Cada placa tiene una serie única que ayuda luego a identificar y recibir información cuando la tortuga con dicha placa es encontrada. Sin embargo, por su estado de conservación (en peligro crítico de extinción), muy poca información de las placas se recupera debido al temor que el pescador o cazador furtivo tiene de ser castigado al tratar de devolverla. Pese a las deficiencias de esta práctica, los datos de recuperación han mostrado que esta especie lleva a cabo largas migraciones, en algunos casos de hasta casi 2.000 Km. Las rutas exactas recorridas por ellas solo se conocerán por medio de más seguimiento con transmisores satelitales.

Estado de Conservación.

La Unión Mundial para la Naturaleza (UICN) la clasifica como una especie en Peligro Crítico de Extinción, lo que significa que tiene un riesgo extremadamente alto de extinguirse en el futuro cercano.

Amenazas.

La amenaza principal a las tortugas carey es la explotación comercial de los juveniles y los adultos por la belleza de su caparazón, con el cual se elaboran artesanías y otros productos. Esto a pesar de la prohibición del comercio de esta especie en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Otras amenazas pueden ser directas, tales como la recolección de sus huevos, o indirectas, como la destrucción de hábitats críticos para su supervivencia a causa del cambio climático y aumentos en sedimentos y nutrientes que afectan negativamente a los arrecifes de coral.

Tendencias.

Al contrario de lo que se creía anteriormente, estudios recientes demuestran que ha habido una drástica disminución en las poblaciones de tortuga carey tanto a escala mundial como en el Caribe. Por ejemplo, desde el año 2000 hasta el presente, los números de nidos han caído en las playas más importantes de anidación de los estados mexicanos de Veracruz, Campeche y Yucatán.

*La tortuga carey, Secretaría Pro Tempore de la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (CIT), San José, Costa Rica, Abril, 2005

Tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*) *



La tortuga golfina es considerada la especie de tortuga marina más abundante en el mundo y es también la especie más pequeña de la familia *Cheloniidae*. Se caracteriza por tener un caparazón casi circular, con una longitud que va de los 67.6 cm hasta los 78 cm; el ancho de éste es cerca del 90 % de su longitud recta (Márquez et al., 1976). Por lo general el caparazón tiene más de 15 escudos mayores, 5 dorsales y frecuentemente más de 5 pares laterales, aunque también puede presentar desigualdad en el número de escudos en ambos lados; el par lateral anterior está en contacto con el escudo pre central. El plastrón tiene 4 escudos infra marginales y cada uno presenta un poro (Frazier, 1983). En el borde anterior de cada aleta hay una o dos uñas. La cabeza es mediana, sub triangular y tiene dos pares de escamas pre frontales y un pico corneo no aserrado con reborde alveolar (Márquez, 1990). La coloración del caparazón de los adultos es gris oliváceo o amarillento, mientras que el plastrón es crema a gris verdoso con manchas oscuras en los extremos de las aletas. (Márquez, 1990). Las crías son de color gris oscuro a negro y tienen una longitud promedio de 5 cm. El peso promedio que alcanza un adulto es de 38 kg.

Alimentación.

En la fase de cría, su fuente de energía es el saco vitelino, el cual aprovecha hasta que puede alimentarse de manera independiente (Musick y Limpus, 1997). Su dieta en la fase juvenil cambia drásticamente según su localización, en aguas oceánicas se alimenta de organismos pelágicos como langostillas, huevos de peces, etc., mientras que en aguas costeras se alimentan de crustáceos, moluscos, peces y salpas (Montenegro et al., 1982; Márquez, 1990). Gracias a su pico agudo y fuerte que permite quebrar las duras cubiertas puede aprovechar diversos tipos de organismos tanto de fondo como de la superficie.

Por analogía con la tortuga lora, la edad de madurez es entre los 7 y 9 años. El apareamiento ocurre en áreas cercanas a las playas de anidación y generalmente es durante el inicio de la temporada, la cual abarca de junio a diciembre. El ciclo reproductivo se relaciona con las fases lunares, ya que la anidación ocurre alrededor del cuarto menguante, generalmente dos a tres días antes o después, cuando se producen las mareas bajas y menos intensas (Márquez et al., 1976).

Anidación.

Esta especie es de hábitos de anidación nocturnos, aunque ocasionalmente lo hace de día, sobre todo en días nublados y con viento. Una hembra generalmente anida varias veces durante una temporada, el número promedio de nidadas es de 2 a 6 por temporada y varía entre las especies. Las tortugas golfinas pueden presentar anidación masiva o solitaria. En el caso de la anidación masiva, conocida también como “arribada”, cientos de individuos se congregan frente a la playa y en un momento determinado responden en conjunto ante indicadores aún desconocidos, para emerger masivamente, haciendo uso de todo el espacio físico que esa playa ofrezca durante 3 a 5 noches, dejando un gran número de nidos. La temporada de anidación de la tortuga golfina, en la mayor parte del Pacífico mexicano se presenta de julio a enero, sin embargo, las anidaciones pueden ocurrir durante todo el año.

Periodo de Incubación.

El número de huevos por nidada varía de un par de docenas hasta más de 155, con media alrededor de 109, aunque hay variación significativa entre localidades, los huevos son de color blanco y de forma esférica con diámetro de 3.2 a 4.7 cm (Márquez, 1990). Los huevos se incuban en la arena por aproximadamente 45 días, después de los cuales las crías emergen y se dirigen inmediatamente al mar. La temperatura prevaleciente en el nido durante el segundo tercio de la incubación, determina el sexo del embrión.

Comportamiento.

En las crías se reconoce un periodo de intensa actividad llamado “frenesí de cría” o “frenesí natatorio”, mecanismo que aparentemente les permite moverse de la playa hacia el mar en el menor tiempo posible, reduciendo la oportunidad de ser depredadas en áreas relativamente densas de depredadores (Musick y Limpus, 1997). La hiperactividad comienza cuando las crías ascienden del interior del nido hacia la superficie y continua al menos un día. Los organismos en frenesí natatorio pueden llegar a nadar a una velocidad de hasta 1.57 Km. / hr. Durante esta fase “frenética” las crías muestran mucho más vigor y energía que otros reptiles. (Frazier, 1999).

Los juveniles establecidos en sus sitios de residencia costera, pueden mostrar un comportamiento de tenacidad por el sitio de alimentación, incluso algunos individuos permanecen dentro del perímetro de unos pocos kilómetros durante un período que puede abarcar de 8 a 20 años, mientras transcurre su proceso de maduración. Después de alcanzar la fase de madurez y llegar a la edad de primera reproducción, los adultos migran de sus áreas de alimentación a las áreas de anidación. Al parecer, las tortugas pueden regresar a las playas en las que eclosionaron, o en áreas muy cercanas a ellas, aún después de haber transcurrido varias décadas en el mar abierto y en diversos ambientes localizados a miles de kilómetros de su playa de origen. Este fenómeno es conocido como “filo patria”. (Frazier, 1999).

La tortuga golfina es una especie pan tropical; no existen diferencias morfológicas entre sus poblaciones. En su circuito migratorio incluye áreas de alimentación en diversos ambientes costeros y pelágicos. Anida en forma solitaria y de arribazones en algunas playas de la India, el Pacífico Mexicano y Centroamérica. En México la tortuga golfina se distribuye en toda la costa del Pacífico (Márquez y Van Dissel, 1982), teniendo actualmente sus principales áreas de concentración de anidaciones en el estado de Oaxaca.

Importancia Ecológica.

El papel que juega esta especie en la red trófica es muy importante, sobre todo considerando lo numerosas que han sido históricamente sus poblaciones. Al reducirse significativamente el número poblacional de tortugas, podría producirse un aumento explosivo de las especies que constituyen su alimento. Por otra parte, durante las anidaciones masivas resultan beneficiadas muchas especies que habitan la playa, puesto que durante las anidaciones como en los periodos de eclosión masiva de crías, hay alimento más que suficiente para cangrejos, aves, pequeños mamíferos, entre otros, contribuyendo a regular la dinámica poblacional de otras especies tanto en su papel de depredador como en el de presa.

Amenazas.

Entre las principales amenazas para la tortuga golfina esta la degradación de las playas de anidación así como de los ambientes costeros, ocasionada por el incremento de actividades humanas; el saqueo excesivo de huevo para su comercialización; la pesca incidental de la que son víctimas las hembras frente a las playas de anidación y las zonas de alimentación, pues son capturadas de manera accidental en los arrastres de los barcos camaroneros, muriendo ahogadas. En estudios recientes se ha identificado al escarabajo *Omorgus suberosus* como una plaga en el Santuario de la Escobilla y que provoca la baja producción de crías en esta playa de importancia mundial.

*CONANP, descripción de la especie en PROCER, DGEPC/CONANP 2011

Elasmobranquios (tiburones y rayas)

Los elasmobranquios son el grupo más diverso de la comunidad de peces pelágicos (Llinas et al. 1993). Robertson y Allen (2003) reportaron 25 especies de elasmobranquios en las islas, incluyendo 20 tiburones de los cuales la mitad pertenecen al género *Carcharhinus*. Muchas especies de tiburones sobresalen por su abundancia en algunas islas del Archipiélago de Revillagigedo (Tabla IV): tiburón martillo común (*Sphyrna lewini*), tiburón sedoso (*Carcharhinus falciformis*), tiburón de punta plateada (*C. albimarginatus*), tiburón de Galápagos (*C. galapagensis*), y el tiburón de arrecife de punta blanca (*Triaenodon obesus*) (Hoyos-Padilla & Ketchum en prep.). También están presentes los tiburones ballena (*Rhincodon typus*). Respecto a las rayas, las mantas gigantes (*Manta birostris*) son notables por su tamaño y abundancia. El Archipiélago sobresale por las agregaciones de mantas de más de 10 individuos.

La pesca industrial de gran escala se realiza cerca de los límites de la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, involucrando especies de tiburones de varias familias tanto de manera directa como incidental: *Carcharinidae*, *Alopiidae*, *Sphyrnidae* y *Lamnidae*. Las especies capturadas más frecuentemente son: tiburón zorro (*Alopias vulpinus*); tiburón

volador (*Carcharhinus limbatus*); tiburón azul (*Prionace glauca*); tiburón martillo común (*Sphyrna lewini*); y tiburón aleta blanca (*Charcharhinus longimanus*) (Vélez et al. 1994). La pesca de tiburones generalmente se realiza por la noche con palangres que se colectan antes del amanecer. Durante la noche muchas especies no objetivo son capturadas como pesca incidental, incluyendo al marlin (*Tetrapturus audax*), pez espada (*Xiphias gladius*), pez vela (*Istiophorus platypterus*), atún (*Thunnus sp.*) y dorado (*Coryphaena hippurus*).

Hoy en día el estado de las poblaciones de elasmobranquios en México es un tema de interés creciente. En este contexto, el estudio del estado actual de estas poblaciones en un área con altos niveles de explotación, proveerá Información interesante para permitir evaluaciones más objetivas que las presentadas en muchas otras regiones del Pacífico Mexicano. Las especies de tiburones que habitan el Archipiélago y que están sufriendo una disminución en su población debido a la sobrepesca son: tiburón piloto, tiburón de Galápagos, tiburón de punta plateada y tiburón martillo común (Ketchum com. pers.).

Existen diversos reportes de captura incidental de la pesca industrial sobre tiburones y mantas en la zona de influencia de la RB Archipiélago de Revillagigedo, estos impactos no están cuantificados y representan un peligro potencial para diferentes especies protegidas y prioritarias. Es del interés común, tanto para conservacionistas como para la industria pesquera, limitar la extracción comercial en el área circundante a las islas con el fin de mantener en óptimas condiciones.

Mantas gigantes oceánicas (*Manta birostris*)

La manta gigante, *Manta birostris*, es común en las cuatro islas del archipiélago y la atracción principal para la industria del turismo de buceo (Stewart et al. 2016a). Estudios recientes usando una combinación de telemetría satelital, isótopos estable y genética de poblaciones usando secuenciadores de nueva generación, han revelado que las mantas de Revillagigedo tienen un rango de hábitat reducido, con una alta fidelidad de sitio, y que no llevan a cabo grandes migraciones regionales, como se creía comúnmente (Stewart et al. 2016a). Las mantas equipadas con transmisores satelitales (Figura 3) se mantuvieron en un área de unos 70,000km², durante los 6 meses de duración de los transmisores (Stewart et al. 2016a). Se observó además una separación completa entre las mantas marcadas en Revillagigedo y otras marcadas con los mismos dispositivos en la costa Pacífica de México continental, a pesar de que la distancia entre estas dos poblaciones es de apenas 600km.

La mantas oceánicas muestran un comportamiento inusual desde el punto de vista de que se benefician principalmente de hábitats oceánicos, pero se mantienen dentro de un rango de hábitat relativamente restringido alrededor de las Revillagigedo. La concordancia en los resultados de marcaje satelital, isótopos estables y resultados genéticos sugieren que las mantas oceánicas forman sub-poblaciones bien estructuradas que se mantienen aisladas.

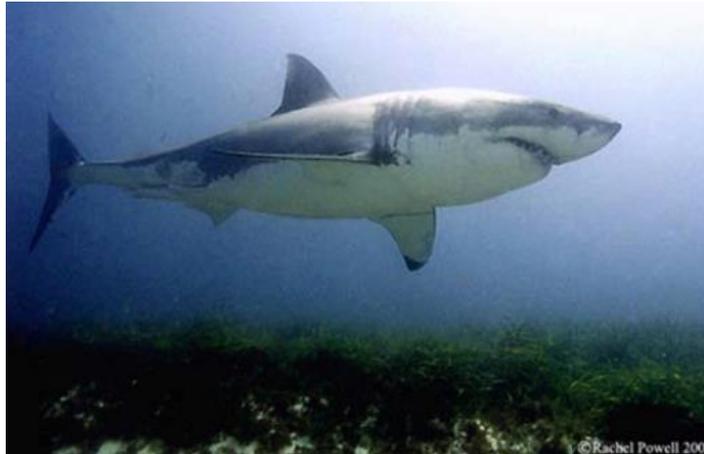
Comportamientos de buceo registrados en las marcas y observaciones en submarinos tripulados en Revillagigedo, indican que las mantas se alimentan comúnmente en capas profundas de dispersión compuestas de zooplankton (Stewart et al., 2016b). Si estas capas de dispersión son una fuente principal de alimento para las mantas oceánicas, éstas podrían proveer de suficientes oportunidades de alimentación que apoyen el comportamiento residente, ya que las capas de dispersión en esta región se mantienen a lo largo del año (Stewart et al. 2016a,b).

Este alto nivel de residencia y la presencia de una subpoblación aislada, hacen que las mantas oceánicas de Revillagigedo sean muy vulnerables a la pesca dirigida, así como la pesca incidental (Figura XI). Sin embargo, el establecimiento de una nueva reserva marina no extractiva que incluya el rango de hábitat alrededor del archipiélago sería muy efectiva en la protección de esta sub-población tan importante para la industria del turismo de buceo.

Especies de elasmobranquios listadas en la NOM-059 y presentes en el área descrita:

- Carcharodon carcharias*
- Rhincodon typus*

Tiburón blanco (*Carcharodon carcharias*)



Distribución.

El tiburón blanco está ampliamente distribuido y localizado a lo largo de las regiones templadas y subtropicales de los hemisferios septentrional y meridional. Se encuentra principalmente en las áreas costeras de las plataformas continentales e insulares y de las islas continentales.

El tiburón blanco es más abundante en las cercanías de las colonias de pinnípedos a lo largo de la costa de la región central de California, en las aguas de la plataforma de la dorsal medio atlántico, la Gran Bahía Australiana y las provincias del Cabo y KwaZulu-Natal de Sudáfrica (Fergusson, 1996) (véase la Figura 1). Los especímenes más pequeños (cuya longitud es inferior a los 3 metros) se circunscriben principalmente a las aguas templadas, habiéndose informado de la presencia de especímenes recién nacidos y de 0+ años (menos de 176 centímetros de longitud, Cailliet y otros, 1983 en Francis 1996) en Nueva Zelanda, Australia, Sudáfrica, el Pacífico Norte oriental, el Atlántico Norte occidental, y el Mediterráneo (Francis, 1996).

Se han recibido informes de embriones, y preñez o postparto, de tiburones blancos desde Nueva Zelanda, Australia, Taiwán, Japón y el mar Mediterráneo (Francis, 1996). Eso indica que el parto probablemente tiene lugar en una gran diversidad de lugares principalmente templados de todo el mundo. El mar Mediterráneo, especialmente las áreas costeras, destaca como zona de cría y vivero del tiburón blanco. Aunque *Carcharodon* suele caracterizarse esencialmente por ser escaso allí donde habita, desde un punto de vista comparativo, el mar

Mediterráneo debería clasificarse como uno de los centros mundiales de reproducción y abundancia de la especie (Fergusson, 1996: 338).

El tiburón blanco es capaz de nadar largas distancias durante periodos prolongados. Por ejemplo, el seguimiento a lo largo de la costa de un gran tiburón con precintos sónicos indicó que había recorrido 190 kilómetros en dos días y medio, a una velocidad de crucero de 3,2 kilómetros por hora (Carey y otros, 1982 en Bruce 1992).

Aunque los tiburones blancos se consideran una especie migratoria dentro de su área de distribución, es posible que también puedan entrar y salir de los límites de su área de distribución periódicamente (Fergusson, 1996). Hay pruebas de que algunos de los ejemplares no reproductores más grandes tienen un área de distribución más amplia en relación con la temperatura y penetran en aguas tropicales, donde se han localizado tiburones carcarínidos, y también pueden encontrarse en las aguas que rodean las islas oceánicas. Las capturas de especímenes adultos en las Islas Azores indican que puede producirse cierto grado de migraciones transoceánicas a través de distancias considerables (Compagno, 1984a en Fergusson, 1996).

En el caso de las Azores, puede tratarse de un viaje nómada (principalmente) de occidente a oriente dentro de la corriente del Golfo desde América del Norte (Fergusson, 1996: 337). Se tiene constancia también de su escasa presencia medio oceánica desde el Pacífico, en Hawaii, Islas Marshall y de Pascua (Fergusson, 1996), y se ha informado de su presencia en el suroeste tropical del Océano Indico, que incluye Madagascar, Mauricio y Kenya (donde en 1996 se recogió una hembra en una pesquería artesanal) (Natal Sharks Board). En esos casos, todos los ejemplares parecen ser grandes (más de 4 metros), lo que indica que si bien las aguas ecuatoriales pueden ser poco propicias para un movimiento a gran escala, no constituyen una barrera completa. En consecuencia, es posible que las poblaciones no estén aisladas genéticamente (Fergusson 1996).

Figura 1: Distribución dominante de *Carcharodon carcharias* (tiburón blanco).

Fuente: Last and Stevens 1994

Algunos estudios de los tiburones blancos observados en colonias de pinnípedos indican que los tiburones parecen encontrarse principalmente de paso, con unos cuantos residentes a más largo plazo (Klimley y Anderson, 1996, Strong y otros, 1992). Diversos estudios reflejan que, a menudo, algunas poblaciones parecen pequeñas y sumamente localizadas, con un alto grado de adscripción al lugar. Por ejemplo, en un estudio en el área del Golfo Spencer (región meridional de Australia), el 36% de los tiburones se observaron repetidamente en su localización original (Strong y otros, 1992).

En otro estudio realizado en Sudáfrica se comprobó que de los 147 tiburones blancos con precintos, 30 ejemplares volvieron a observarse 59 veces (20,41%), uno de ellos en 10 ocasiones. De los 147, todos menos dos fueron volvieron a verse en la misma área en la que habían sido observados originalmente (Ferreira y Ferreira, 1996). La visión repetida de tiburones blancos en lugares específicos está bien documentada en otras áreas del mundo (Bruce, 1995), como Cabo Occidental (Sudáfrica) (Cliff y otros, 1996) y California (Klimley y Anderson, 1996).

Algunos estudios han mostrado también que hay cierto grado de segregación espacial de tiburones blancos según el sexo (Strong y otros, 1992; Bruce, 1992; Cliff y otros, 1989 en

Bruce, 1992), y que las hembras frecuentan las áreas que suelen ser más accesibles para los pescadores (Murphy, 1996). En un estudio en la costa meridional de Australia se registró una predominio de hembras alrededor de las islas próximas a la costa y una mayor presencia de machos en las proximidades de las islas alejadas de la costa (Strong y otros, 1992). Esta segregación puede fluctuar con la localización y a lo largo del tiempo (Strong y otros, 1996).

Disponibilidad de hábitat.

Dentro de los Estados de su área de distribución, el tiburón blanco se encuentra a menudo en la costa cerca de la línea de rompiente e incluso penetra en bahías superficiales de las aguas costeras continentales. En aguas a lo largo de la plataforma continental, los tiburones blancos suelen situarse cerca de la superficie, o en el fondo, a una profundidad de 16 a 32 metros (Goldman y otros, 1996). La profundidad media es de 20 metros (Strong y otros, 1992).

Aunque los tiburones blancos están distribuidos en una zona amplia, parecen más comunes en algunos lugares (véase supra), con áreas particulares que aparecen como importantes zonas de cría. Las áreas costeras son un hábitat preferido y su nivel de población podría verse afectado por la degradación del hábitat costero. El riesgo de que ello ocurra aumenta debido a que gran parte del hábitat de la especie se encuentra en lugares con densas poblaciones humanas. Las mallas para la protección de playas, empleadas a menudo en áreas comprendidas en los hábitats preferidos del tiburón blanco, constituyen asimismo una amenaza pues podrían ocasionar una reducción de la población. Los tiburones blancos capturados mediante los programas de mallas de playa suelen ser pequeños (menos de 3 metros) y, en muchos casos, especialmente en la costa oriental de Australia, no llegan a los 2 metros, lo que parece indicar que esos programas se aplican cerca de zonas de cría o en hábitat de vivero juvenil. Sin embargo, aunque es indudable que las mallas de playa perjudican a los especímenes más pequeños, la amplia presencia de tiburones blancos de medidas similares en lugares donde no se colocan mallas indica que, probablemente, los hábitat de vivero también están extendidos (com. pers. de B. Bruce, CSIRO).

Situación de la población.

Los datos disponibles sobre el número de la población absoluta o total de tiburón blanco son extremadamente limitados. Como las grandes flotas pesqueras comerciales no se dedican específicamente a los tiburones blancos, hay poca información sobre el volumen de capturas y desembarcos y, por ello, la situación de su población es incierta. No obstante, lo que parece evidente por el trabajo realizado con tiburones es que el tiburón blanco es de poco común a raro comparado con la mayoría de los tiburones. Parece ser relativamente escaso en comparación con la mayoría de las otras especies ampliamente distribuidas, y se estima que su población está disminuyendo. Esto se refleja en la inclusión del tiburón blanco como "vulnerable" en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Mundial de Conservación (UICN) de 1996. Esta lista reconoce que se ha observado, deducido o sospechado una disminución de población, al menos de un 20 por ciento, durante los últimos 10 años o durante tres generaciones.

La información sobre hembras preñadas es poco frecuente. Por tanto, se sabe poco de la tasa de reproducción y el comportamiento de la especie. Compagno y otros, (1997) informaron de que la especie podía tener una tasa de fecundidad inusualmente baja para los elasmobranchios, y un largo periodo de gestación, con relativamente pocas hembras adultas preñadas al mismo tiempo. Las hembras de tiburón blanco no se reproducen antes de llegar a

4,5-5,0 metros de longitud, y tienen una camada de dos a diez crías (a veces incluso hasta 14) (Francis, 1996). Se cree que no se reproducen todos los años y que el período de gestación es superior a 12 meses (Camhi y otros, 1998), algo característico de muchos animales comprendidos en la estrategia-K, lo que los hace vulnerables a la explotación (las especies de la estrategia-K se caracterizan por tener un desarrollo lento, tamaño relativamente grande, y por parir un número pequeño de crías en cada parto).

Los estudios de observación de tiburones blancos mediante la colocación de precintos, llevados a cabo en la costa de Sudáfrica (para la región de Richards Bay en KwaZulu-Natal hasta Struis Bay en Cabo Occidental) entre 1989 and 1993, reflejaron una media estimada de 1279 tiburones en la región (Cliff y otros, 1996), mientras Strong y otros, (1996) han estimado que podría haber unos 200 en Dangerous Reef, en el sur de Australia (en un área de 260 km² aproximadamente).

En Australia, el Subcomité Científico de Especies Amenazadas (SCEA), estimó que la población australiana no alcanzaba los 10.000 ejemplares maduros y que había sufrido una disminución continua de al menos un 10% durante las tres últimas generaciones (unos 30 años). El Subcomité calculó también que la mortalidad provocada por la actividad humana en aguas australianas puede ascender a alrededor de 500 ejemplares por año. La evaluación de la situación del tiburón blanco se basa en la clasificación de esta especie como "vulnerable" en la legislación sobre especies amenazadas de Nueva Gales del Sur, Victoria y Tasmania.

Tendencias de la población y geográficas.

Aunque no hay estimaciones cuantitativas del tamaño de la población mundial de tiburón blanco, hay una serie de análisis de las tendencias, estimaciones de población local y recopilaciones de informes anecdóticos que indican una disminución de los planteles en los últimos años. Se dispone de datos fiables procedentes de distintas fuentes, entre las cuales, programas de instalación de mallas para la protección de playas, capturas de pesca deportiva e informes sobre capturas comerciales por unidad de esfuerzo. Una serie de estudios y pruebas anecdóticas en América del Norte, Sudáfrica y Australia indican que el número de ejemplares puede estar descendiendo. Dado que los estudios disponibles se han realizado en el sur de Australia, Estados Unidos de América y Sudáfrica --las principales áreas de distribución del tiburón blanco-- es muy probable que sean indicativos de tendencias similares en otras regiones. Sin embargo, la escasez relativa de seguimientos a largo plazo y de estudios de poblaciones fuera de esas áreas así como la incongruencia de las metodologías dificultan la comparación de datos.

Los datos de pesca deportiva de la costa oriental de América del Norte y sudoriental de Australia muestran un descenso en la proporción de tiburones blancos capturados en relación con otras especies de tiburón capturadas durante los últimos decenios (Bruce, 1992; Casey y Pratt, 1985). Por ejemplo, un estudio de Pepperell (1992) registraba un descenso en el número de tiburones blancos en relación con otros tiburones capturados por pescadores deportivos en la costa sudoriental de Australia de 1:22 en el decenio de 1960, 1:38 en el de 1970 y 1:651 en el de 1980 (entre otros tiburones se mencionaron principalmente las siguientes especies: shortfin, mako, blue, tiger y, hasta 1979, white nurse). Esa disminución numérica también se refleja en los datos de pesquerías deportivas de la región oriental de los Estados Unidos, donde la proporción de tiburones blancos en relación con las otras especies de tiburones descendió de 1:67 en 1965 a 1:210 en 1983 en la dorsal medio atlántica (Casey y Pratt, 1985).

Las pruebas anecdóticas de pescadores y buzos del sur de Australia muestran también una disminución del número de tiburones blancos en años recientes (Bruce, 1992; Strong y otros, 1992). Esas afirmaciones se basan en el descenso registrado en la captura de tiburones blancos en las actividades pesqueras deportivas en el sur de Australia: de alrededor de 25 tiburones blancos al año en el decenio de 1950, a una media de 1.4 tiburones por año en los 10 años anteriores a 1990 (Presser y Allen, 1995). Es posible que el descenso relativo de las capturas de tiburones blancos obedezca a otros factores, como el desplazamiento de la pesca con caña a sitios alejados del hábitat del tiburón blanco (Pepperell, 1992), cambios en los aparejos o técnicas de pesca, cambios en la abundancia de otros tiburones, o un aumento de la preocupación por la conservación del tiburón blanco. Otra posibilidad es que el reciente aumento de las poblaciones humanas costeras pueda haber derivado en una mayor presión de la pesca sobre el tiburón blanco y su consiguiente reducción de población.

También se ha informado del descenso de las tasas de capturas en Natal. En un estudio longitudinal en la costa de KwaZulu-Natal, entre 1966 y 1993 (Figura 2), se comprobó una disminución del número de tiburones blancos y, en la última parte del estudio (entre 1973 y 1993), los autores estimaron que la disminución era significativa (Cliff y otros, 1996). Las capturas de la especie con redes protectoras de playas en Nueva Gales del Sur también mostraron una disminución constante desde el comienzo de la colocación de mallas (Reid y Krogh, 1992).

Figura 2: Captura anual de tiburones blancos por unidad de esfuerzo (CPUE) en todas las redes de tiburones, excepto las de las playas de Durban, Anstey's y Brighton y Richards Bay, 1966-1993, en Natal Coast y Richards Bay, 1980-1993. Las capturas anuales se dan junto a cada punto de referencia.

Fuente: Cliff G., Dudley, S.F.J. y Jury, M.R. (1996)

Se desprende de los estudios que posiblemente haya fluctuaciones naturales en la abundancia de tiburones blancos en algunas áreas, que se cree guardan relación con la temperatura y (hasta cierto punto) con las diferentes etapas de su vida. Por ejemplo, Cliff y otros, (1996) señalaron una tendencia cíclica de abundancia de tiburones blancos en las redes de tiburones a lo largo de la costa KwaZulu-Natal, con los niveles más altos a intervalos de 4 a 6 años (véase la figura 2). Sin embargo, los autores consideran que las fluctuaciones naturales no son la causa de la disminución durante los últimos decenios (Cliff y otros, 1996).

Función de la especie en su ecosistema

El tiburón blanco se encuentra en el ápice de la pirámide de depredadores y, por tanto, se supone que desempeña una importante función en el ecosistema marino, entre otras cosas, por ejercer un control sobre la población de sus presas y por ayudar al mantenimiento de la aptitud genética de esas presas. La dieta de los tiburones blancos de menos de 3 metros de longitud consiste en una variedad de peces teleósteos y elasmobranquios, mientras que los mamíferos marinos son un componente importante de la dieta de los tiburones de mayor envergadura (Last y Stevens 1994; Cliff y otros, 1996).

Es difícil predecir con exactitud el impacto que puede tener la disminución continuada de tiburones blancos sobre el ecosistema, "sin embargo, dado que no se dispone de información más precisa, no debería infravalorarse la función de estos peces. La eliminación

indiscriminada de los mayores depredadores de los hábitat marinos podría afectar de manera desastrosa al equilibrio dentro de los ecosistemas marinos" (Last y Stevens, 1994:7).

Amenazas.

Los principales factores que producen efectos sobre las poblaciones de tiburones blancos provienen en gran parte de acciones humanas, entre las cuales:

- Presión pesquera directa e incidental,
- Disminución de la abundancia de sus presas,
- Mallas para la protección de playas,
- Intensificación de la pesca comercial selectiva y deportiva para obtener trofeos,
- Degradación del hábitat de los tiburones, y
- Captura incidental de la especie en pesquerías comerciales y artesanales.

El aumento de la población humana en las áreas costeras puede llevar a la degradación del hábitat costero, de vital importancia para la alimentación y reproducción de los tiburones blancos. La proximidad de las poblaciones humanas del hábitat del tiburón blanco aumenta aún más las posibilidades de que se maten tiburones en pesquerías selectivas o en capturas incidentales.

Se sabe que la especie se interesa activamente por la conducta humana. Estos tiburones son audaces y curiosos en su aproximación a barcos y aparejos de pesca y este comportamiento innato aumenta sus posibilidades de que los humanos, intencionadamente o no, los maten.

La imagen negativa del tiburón blanco, y el temor que inspira a los humanos, a menudo precipita la matanza injustificada de la especie. El efecto de esas acciones se ve agravado por la proximidad de las zonas de estancia y reproducción del tiburón blanco de las poblaciones humanas costeras. Entre los ejemplos pueden citarse las campañas para matar tiburones blancos después de ataques de tiburones, el incumplimiento de las medidas de conservación y gestión, y las medidas de erradicación como las mallas para la protección de playas. Compagno, 1996 (en Marshall y Barnett, 1997) documentó una mortalidad de un 80% de tiburones blancos atrapados o ahogados en operaciones de instalación de mallas de protección en las playas en Natal, Sudáfrica.

Como se ha dicho antes, los tiburones blancos tardan en llegar a la madurez, tienen pocas crías, hay pocas hembras adultas preñadas al mismo tiempo, y tienen largos periodos de gestación (Camhi y otros, 1998). Estas características los hacen vulnerables a la sobreexplotación y dan lugar a una reducción al mínimo del rendimiento sostenible de los planteles.

Como parece que los tiburones blancos, aunque suelen ser poco numerosos, forman poblaciones locales, la especie es muy vulnerable a la sobreexplotación si hay una presión pesquera fuerte dentro del área. Las pruebas indican que pueden ser explotados fácilmente hasta el punto de extinción, incluso en zonas en que se suelen capturar muy pocos ejemplares de su entorno. Por ejemplo, una investigación en las islas Farallón reflejó que la retirada de sólo cuatro tiburones blancos redujo en gran medida, y posiblemente eliminó, a toda la población local de tiburones blancos (Ainley y otros, en Cailliet y otros, 1985).

La presión directa sobre las poblaciones de tiburones blancos se debe ya sea al interés por obtener sus dientes, mandíbulas y aletas, o por considerar que constituyen un estorbo para las operaciones de pesca (Bruce, 1992). Los dientes o las mandíbulas de los tiburones blancos tienen un valor económico muy elevado (Compagno y otros, 1997). Una mandíbula de tiburón blanco de Gans Bay, que se recuperó recientemente tras haber sido robada, se valoró en USD 50.000. El precio de las mandíbulas pequeñas pueden ascender hasta USD 15.000, y los dientes de tiburones pequeños a USD 600 la unidad (Grupo UICN de Especialistas en Tiburones, 1998).

Según se informa, también hay un mercado comercial de neonatos (Camhi y otros). El Museo Sudafricano obtuvo recientemente los despojos decapitados de un tiburón blanco joven (de una longitud estimada de 1,6 metros), muerto supuestamente por un pescador comercial (Grupo UICN de Especialistas en Tiburones, 1998).

De los principios básicos de la economía se desprende que, a medida que vayan disminuyendo las poblaciones de tiburones blancos, el valor económico de esas curiosidades aumentará, lo que posiblemente llevará a aumentar su búsqueda, y a la sobreexplotación, además del crecimiento de una red de ventas clandestina o mercado negro para productos altamente lucrativos de tiburón blanco (Compagno y otros, 1997).

Los pescadores suelen seleccionar tiburones más grandes por sus dientes y mandíbulas, lo que podría conllevar importantes repercusiones sobre el número de la población a largo plazo. La hembra alcanza la madurez sexual sólo cuando mide aproximadamente de 4,5 a 5 metros de longitud, en comparación con los machos, que la alcanzan cuando llegan a medir de 3,5 a 4 metros de longitud, a los doce o catorce años de edad (Camhi y otros, 1998). En consecuencia, se seleccionan hembras activas desde el punto de vista de la reproducción y machos más grandes.

El aumento del comercio de productos derivados del tiburón en general promueve la captura del tiburón blanco como captura incidental de otras pesquerías de tiburones. El tiburón blanco es una captura incidental de pesquerías que usan palangres, sedal y anzuelo, redes de enmalle de fondo fijas, nasas, encañizadas de arenques, trasmallos, arpones y redes de arrastre de fondo y pelágicas, además de redes de cerco con jareta (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1999). Strong y otros, (1996) comprobaron a través de estudios en Australia meridional que el 10% por ciento de los tiburones blancos observados llevaban pequeños restos (de menos de 2 metros) de palangre y redes de enmalle. Bruce (1992) advirtió, en la parte baja del Golfo Spencer, en Australia meridional, que el 30% de los tiburones blancos observados mostraban señales de un encuentro previo con aparejos de pesca comerciales. Eran, desde luego, los peces que habían sobrevivido a su encuentro con aparejos de pesca.

Otra amenaza más directa para el tiburón blanco es la pesca deportiva. Los grandes pescadores deportivos como Alf Dean y Bob Dyer del decenio de 1950, y la película 'Tiburón' en el decenio de 1970, dieron lugar a un aumento espectacular de la pesca deportiva de este tiburón (Ellis y McCosker, 1991). Es probable que esta selección directa de tiburones blancos, junto con el desarrollo de los aparejos de pesca y el crecimiento y la prosperidad de la población humana, hayan acarreado un aumento de la tasa de mortalidad en las últimas décadas.

Debido a la inadecuación de los datos de población es prácticamente imposible saber qué porcentaje de la población de tiburones se mata, y qué posibilidades tiene la especie de recuperar esas pérdidas. Habida cuenta de esta falta de datos, es imperativo que al examinar esta propuesta se consideren las medidas cautelares.

Finalmente, la inadecuación de la legislación protectora a nivel mundial, la falta de cumplimiento local en los casos en que existe esa legislación, y el menoscabo de las medidas de protección constituyen amenazas significativas para el número de ejemplares de la población de tiburones (Compagno y otros, 1997).

Utilización y comercio.

Entre los usos del tiburón en general se incluyen la carne, pieles, órganos y tejido celular para el consumo humano, el aceite de hígado para la elaboración de vitaminas, los despojos para harina de pescado y fertilizantes, la piel para artículos de cuero, el cartílago para la elaboración de medicamentos, las aletas se emplean en la sopa de aleta de tiburón e incluso la carne o especímenes pequeños sirven como cebo de peces. La información relativa a la utilización de tiburones blancos en particular suele ser limitada, ya que las estadísticas pesqueras nacionales no suelen incluir a esta especie, o porque es difícil diferenciarlos de otros subproductos derivados del tiburón (Rose, 1996). Sin embargo, se sabe que el tiburón blanco se utiliza para el cuero (aunque no es necesariamente una especie preferida) y que su aceite de hígado tiene usos generalizados (Rose, 1996).

Liberia informa de que el tiburón blanco se suele consumir en ese país como fuente diaria de proteínas, especialmente en las ciudades y aldeas costeras, y datos no confirmados indican que el tejido celular se utiliza para las suturas quirúrgicas (Autoridad para el Desarrollo Forestal, Liberia).

Como se ha mencionado, lo que más se valora del tiburón blanco son sus dientes y mandíbulas, que se destinan especialmente a la venta a turistas y tiendas turísticas, y el prestigio que se consigue con su captura. La mandíbula de un tiburón blanco capturada en Nueva Zelandia fue adquirida recientemente por un coleccionista del Reino Unido, que también tenía ofertas de mandíbulas de animales capturados en las costas de Chile y México (Fergusson y otros, 1996).

Comercio internacional lícito.

Es difícil establecer el nivel actual del comercio de productos de tiburón blanco. En muchos casos, los productos de tiburón no se identifican individualizados por especies.

Hay asimismo una proporción significativa de operaciones comerciales que se registran de manera incorrecta. Por ejemplo, en 1993, Sudáfrica no registró exportación alguna de aletas a Taiwán, mientras que los registros de Taiwán muestran que se importaron 3,28 toneladas de aletas de Sudáfrica. Es probable, incluso, que esa cifra esté infravalorada, porque el mercado de aleta de tiburón es muy competitivo y en él participan bandas criminales, y una determinada proporción de aletas es objeto de comercio a pesar de tratarse de exportaciones ilícitas (Smale, 1996).

El aumento de la demanda de aletas de tiburón queda reflejado en los registros de la FAO, donde las importaciones internacionales de aleta de tiburón ascendieron a 31 toneladas en 1980, y 335 en 1990, con un valor medio también en aumento (Stoessell, 1993). Los

comerciantes de alimentos de Hong Kong prefieren las aletas de tiburón blanco a las de otras especies (Lai Ka- Keong, 1983), mientras en Taiwán se consideran de categoría mediana (Chen 1996). La clasificación de las aletas de tiburón depende de su medida, grosor y contenido de aguja de aleta (Lai Ka-Keong, 1983). La calidad y cantidad de agujas de aletas difieren según la especie, y lo mismo ocurre con sus precios y categorías. Las categorías superiores se venden a precios más elevados y crean un gran incentivo para su suministro.

Como Hong Kong es un importador, exportador, re exportador y elaborador de aletas de tiburón importante, la manera en que clasifican las aletas de tiburón blanco es significativa. Se sabe también que las aletas son objeto de comercio en Singapur (Rose, 1996), y Liberia. Este último país tiene informes no confirmados de que existe un comercio internacional no oficial a pequeña escala entre Liberia y Senegal o Malí, y que una aleta seca de tiburón blanco se vende a USD 25,00 (Autoridad para el Desarrollo Forestal, Liberia).

Sin embargo, generalmente, las aletas de tiburón blanco que son objeto de comercio no se identifican, especialmente en la codificación de aduana, y con frecuencia las importaciones y exportaciones de aleta de tiburón no están registradas en absoluto (Rose, 1996).

En Corea del Sur, la carne de tiburón blanco se considera la más valiosa de todas las especies de tiburones, con precios para mayoristas de USD 7,60 por kilogramo para la clase A y USD 3,20 para la clase B (Parry-Jones, 1996).

Tiburón ballena (*Rhincodon typus*)



Descripción de la especie:

Su coloración es gris o azul oscuro en el dorso, con manchas circulares y líneas horizontales y verticales claras (blancas o amarillentas) y blanco en el vientre, lo que origina el nombre común de "dominó". Cada individuo presenta un patrón único que permite su identificación individual, puesto que no se modifica con el crecimiento. Es posible que estas marcas sean el resultado de una relación filogenética con otros tiburones del orden *Orectoibiformes*, como el tiburón gata (*Ginglymostomatidae*) y tiburón leopardo (*Stegostomatidae*). Estos tiburones

viven en el fondo, donde las marcas dorsales actúan como camuflaje (Compagno 1984, Last y Stevens 1994). Los tiburones presentan un alto nivel de desarrollo visual y las marcas distintivas en especies pelágicas pueden ser un importante atractivo social, al igual que demostraciones de postura y procesos de reconocimiento. Otra posibilidad es que estos patrones de pigmentación puedan ser una adaptación para protegerse de la radiación, lo cual es importante para aquellas especies que permanecen una parte significativa del tiempo en la superficie del agua.

A diferencia de otros tiburones, su boca está en el extremo anterior de la cabeza y ocupa todo el ancho del cuerpo, facilitándole alimentarse del plancton. Tiene unas crestas a lo largo de todo el cuerpo que terminan en una gran quilla lateral, la primera aleta dorsal comienza muy atrás, un poco por delante de las aletas pelvianas, y la segunda dorsal casi a la par de la aleta anal; la aleta caudal tiene forma semilunar y puede medir más de 2 metros de altura, siendo la que le da propulsión. Las aletas pectorales son muy grandes y fuertes, mientras que las pélvicas son muy pequeñas.

La cabeza es muy grande y aplanada, los ojos son pequeños y están situados muy cerca de la boca, que es muy grande y trasversal, posee cinco hendiduras branquiales grandes por delante de las pectorales que sube por la cabeza (Figura 1). Es el único tiburón vivo representante de la Familia *Rhincodontidae*.

Medidas morfométricas: Es el pez más grande del mundo. Llega a alcanzar 14 metros de largo, aunque se cree que algunos ejemplares pueden llegar a medir 20 metros. Pueden pesar hasta 34 toneladas. Reproducción: El macho posee un par de órganos copuladores que se extienden a partir de cada aleta ventral llamados pterigópodos, mismos que sirven para fertilizar internamente a las hembras. Son ovovivíparos, en las hembras no hay fijación placentaria del embrión, desarrollándose el embrión en el huevo, dentro del cuerpo de la madre y saliendo por la cloaca de la hembra una vez que avivan. En 1995, una hembra de 11 metros de longitud fue arponeada cerca de Taiwán, en cuyos úteros se encontraron 300 embriones de alrededor de 55 cm de longitud. Posiblemente el ciclo de vida de *R. typus* sea similar al del tiburón nodriza (*Ginglystoma cirratum*), que después de una corta gestación, produce una gran cantidad de jóvenes de tamaño pequeño, pero de crecimiento rápido. Es interesante destacar que los 300 embriones encontrados dentro del tiburón ballena hembra en 1996 presentaban una relación de 1:1 machos a hembras.

Desarrollo: Se sabe que a pesar del gran tamaño que llegan a tener de adultos, cuando tienen un año de edad son muy pequeños, entre los 40 y 50 centímetros, aunque otros autores reportan que las crías al nacer miden unos 60 cm de longitud.

La escasa información disponible supone *R. typus* llega a la madurez sexual a los 30 años y que su longevidad puede ser de más de 100. Observaciones externas de machos e internas de hembras capturadas indican que la talla de madurez sexual es a partir de los 9 m. La información sobre la relación de machos a hembras también es muy escasa. Tampoco se conoce mucho sobre su tasa de crecimiento ni se han realizado estudios morfométricos.

Alimentación: El tiburón ballena realiza movimientos lentos cercanos a la superficie del agua, debido a sus hábitos alimenticios, ya que se filtra grandes cantidades de agua donde retiene una amplia variedad de plancton y necton, incluyendo pequeños crustáceos como kril, larvas de cangrejos y copeados, pequeños peces como sardinas, anchovetas, caballas y ocasionalmente presas de mayor tamaño como pequeños atunes y calamares.

Se han observado ejemplares alimentándose de manera pasiva, es decir, nadando con la boca abierta, al igual que de manera activa, succionando agua rica en presas. Este pez no depende del movimiento para operar su mecanismo de filtración, sino que presenta un método versátil de succión que le permite introducir agua a su boca a velocidades mas elevadas que filtradores dinámicos. Carece de dientes desarrollados, cuenta en sus agallas con unos filtros internos muy desarrollados que le ayudan a retener pequeñas presas dentro de su boca. Este mecanismo puede absorber el agua a través de la boca durante el nado (Figura 2), funcionando no solamente como un filtro, si no como una bomba de agua que manda dentro de la boca una gran cantidad de plancton concentrado.

Ecología.

Distribución: Suele encontrarse dentro de los $\pm 30^\circ$ de latitud, habitando en océanos y mares de aguas cálidas tropicales y subtropicales (con temperaturas superficiales de entre 21 y 30 o C, con una alta productividad primaria. Se le encuentra en aguas del oeste del Atlántico desde Nueva York, E. U. A. y a través de todo el Caribe hasta Brasil. También se le encuentra en el Atlántico desde Senegal hasta el golfo de Guinea. En el Océano Índico es muy común, incluido el Mar Rojo y el Golfo Pérsico. En el Pacífico occidental se le encuentra de Japón a Australia y Hawái, y en el Pacífico oriental va de California hasta Chile. La mayor concentración de tiburones ballena en el mundo se encuentra en Filipinas.

Hábitat: Es un tiburón pelágico de todos los mares tropicales y cálidos. Se mueve por mar abierto hasta las costas frente a islas, playas y arrecifes coralinos, desde la superficie hasta los 700 metros. En contraste con la mayoría de los tiburones que son bentónicos (viven a mayor profundidad), el tiburón ballena es pelágico, vive en mar abierto y más cerca de la superficie. Es posible avistarlo cerca de la costa, entrando en lagunas o atolones de coral, y cerca de las desembocaduras o estuarios de los ríos.

Amenazas: Algunas características propias de la especie, como su gran tamaño, la tardía maduración y su gran longevidad limitan su recuperación poblacional, incluso si cesaran todas las amenazas que ciernen sobre ellos. Cada ejemplar que pierde la población, es difícilmente reemplazable.

Está sujeto a la pesca artesanal y de industria pesquera en varias zonas costeras donde se deja ver ocasionalmente. Sus poblaciones se han agotado en algunos países debido a su pesca con arpón. En países orientales, su carne se consume fresca, congelada, seca o salada; del hígado se obtiene aceite y se hace sopa de aleta. Las aletas de tiburón ballena se venden especialmente en Hong Kong. También se usa el cartílago para medicinas tradicionales y su piel para hacer productos de uso humano. El aceite de hígado se utiliza para impermeabilizar los barcos de pesca de madera y otros aparatos, para la fabricación de betún de zapatos y como tratamiento para algunas enfermedades de la piel.

*Adaptado de: Compagno, L. J. V. (1984). FAO Species Catalogue. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. II. Carcharhiniformes. Rome, Italy, FAO Fisheries Synopsis.

Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. 2008. Monitoreo de Tiburón Ballena (*Rhincodon typus*) en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Disponible en internet desde:

<http://www.conanp.gob.mx/acciones/fichas/balam/info/info.pdf> [Consulta: 16 de febrero de 2011].

Aves

El Archipiélago de Revillagigedo es un hábitat clave para las aves marinas, con un total de 46 especies registradas que se reproducen en las islas o usan sus aguas circundantes. De estas 46 especies, 12 usan las islas como zonas de reproducción y una, la pardela de Revillagigedo (*Puffinus auricularis*), es endémica al archipiélago, específicamente a Isla Socorro.

Históricamente la pardela de Revillagigedo tenía zonas de reproducción en tres de las islas. En 1952/53 el volcán de Isla San Benedicto hizo erupción y arrasó con toda la flora y fauna de la isla, perdiéndose así las zonas de reproducción de la pardela de Revillagigedo. Muchas otras especies de aves marinas han regresado a reproducirse después de la erupción, pero la pardela de Revillagigedo continúa ausente. Históricamente la pardela de Revillagigedo también anidaba en Isla Clarión, pero debido a la introducción de especies de fauna doméstica (cerdo, borrego y conejo) la población ha declinado (Jehl Jr 1982; Jehl Jr & Parkes 1982). La especie no ha sido observada en años recientes (Wanless et al. 2009), aunque no ha habido una búsqueda intensiva después de la erradicación del cerdo feral en 2002.

La población de la pardela de Revillagigedo ha disminuido continuamente por la presencia de gato feral en Isla Socorro y la destrucción del hábitat causado por el borrego feral. En la última estimación de la población hecha en la isla se calcularon 1000 parejas en Isla Socorro (Martínez- Gómez & Jacobsen 2004). El borrego feral fue erradicado recientemente y se espera que la recuperación de la población de pardela sea uno de los resultados positivos (Alfonso Aguirre Muñoz y Antonio Ortiz Alcaraz, com. pers.). Además de las aves marinas, se han registrado 26 especies de aves acuáticas.

El área es también muy importante puesto que algunas especies de Nueva Zelanda y el Archipiélago Juan Fernández usan las aguas de Revillagigedo durante la época no reproductiva; tal es el caso del petrel de Juan Fernández (*Pterodroma externa*) y la pardela patas rosadas (*Puffinus creatopus*). También es común observar a la pardela pata pálida (*Puffinus carneipes*), una especie que se reproduce en Australia, Nueva Zelanda y otros lugares en el Océano Índico. Además, el Archipiélago de Revillagigedo es la zona de reproducción más occidental de la pardela cola cuña (*Puffinus pacificus*), a más de 4000 km de la colonia de anidación más cercana en Hawaii.

En una menor escala, existe una dinámica metapoblacional entre especies de bobos (por ejemplo café, enmascarado, pata roja y Nazca) que se reproducen en el Archipiélago de Revillagigedo, Islas Galápagos y Hawaii. Estas cuatro especies cubren grandes distancias del océano en busca de alimentación, durante estos viajes pueden encontrarse individuos de otras colonias e intercambiar Información para moverse a otras áreas.

Especies de aves presentes en el archipiélago e inscritas en la NOM-059:

Larus heermanni

Phaethon aethereus mesonauta

Puffinus auricularis auricularis

Gaviota ploma (*Larus heermanni*)



Descripción.

Es una gaviota de tamaño medio, con un peso promedio de 470 g (las hembras son 15% más ligeras que los machos) y una longitud total que varía de 460 a 530 mm (Harrison 1983, Velarde 1989, 2000). Como el resto de las gaviotas, no presenta dimorfismo sexual en la coloración del plumaje, pero éste sí varía de acuerdo a la edad y la temporada del año. Los juveniles presentan un plumaje de coloración moteada, con el pico y las patas gris oscuro. El adulto en plumaje de reproducción presenta una coloración gris oscuro en el área dorsal, y gris claro en el área ventral, la zona pélvica y las cobertoras caudales. Las plumas primarias y secundarias son negruzcas en la región dorsal y grises en la ventral y, algunas de ellas presentan la orilla blanca. La cabeza es blanca, la cola negra, el pico y anillo ocular rojos y las patas negras. El iris es marrón-plateado (Velarde 2000).

Distribución.

Históricamente, se reconocen 22 sitios de anidación para la especie, abarcando desde la isla Coronados, en el Pacífico, frente a la frontera México-EUA, hasta las Islas Pajarera y Cocina, frente a Bahía de Banderas, e incluyendo 16 sitios en islas dentro del Golfo de California (Streets 1877, Thayer 1911, Huey 1927, Van Rossem 1932, Anderson et al. 1976, Gaviño y Uribe 1980, Velarde 1989, AOU 1998, Melink 2001). La especie se distribuye en el Pacífico de Norteamérica. En su temporada reproductiva abarca las regiones marinas biogeográficas clasificadas como Provincia Mexicana, Provincia Golfo de California y Provincia de San Diego. Durante su temporada posreproductiva se distribuye a lo largo de todo el Pacífico Norteamericano, desde el sur de la Columbia Británica hasta Guatemala.

Su distribución actual de colonias de anidación es mucho más restringida que la histórica. Su principal sitio de anidación es Isla Rasa en el norte del Golfo de California, en donde se reproduce el 95% de la población total de la especie. También anida en mucho menores números en Isla Cardonosa, San Ildefonso, Choyuda, Carmen, San Jorge, Salsipuedes, Monserrat, Isabela, las Tres Marietas y Pajarera, así como en los islotes La Peña y Certero, en el Golfo de California. En el Pacífico anida en las islas San Benito, Del Centro y San Roque (Velarde 2000). En la época posreproductiva se distribuye en toda la costa del Pacífico norte, desde Columbia Británica, Canadá, hasta Guatemala (Harrison 1983, Howell y Webb 1995, Velarde 2000).

Hábitat.

Es una especie costera que habita en las aguas que abarcan el extremo sur de la Corriente de Alaska, la Corriente de California, el Golfo de California, la Corriente Norecuatorial y la Contracorriente Ecuatorial.

Macroclima.

Esta especie se encuentra generalmente a nivel del mar, ya que se trata de un ave marina costera aunque, durante sus migraciones, puede sobrevolar sierras de poca altitud, como son las sierras de la península de Baja California, en su porción mas baja, (menos de 1000 msnm). Los tipos de clima que ocupa en la Republica Mexicana son: En su principal área de anidación: muy seco, muy cálido y cálido con lluvias en invierno, temperatura media anual 23° C, precipitación 40 mm. en otras zonas de su área de anidación: muy seco semicálido, seco muy cálido y cálido, seco templado, seco semicálido, semiseco muy cálido y cálido, cálido subhúmedo con lluvias en verano en las zonas que ocupa en su temporada no reproductiva el clima es principalmente de tipo seco templado y muy seco templado, con lluvias en invierno. (INEGI, 2001).

Tipo de ambiente.

Anida en islas enclavadas, en su mayoría, en el tipo de vegetación conocido como Desierto Sonorense (Rzedowski 1978).

Uso de hábitat.

Anidan generalmente en islas oceánicas, en zonas abiertas, generalmente cercanas al mar. Se alimentan en las regiones marinas costeras de aguas profundas y, en ocasiones, en la región intermareal (Velarde 1989).

Estrategia trófica.

Se alimenta principalmente de peces pelágicos menores como sardina, anchoveta y macarela, ocasionalmente también de otras especies de peces y de invertebrados. Ocasionalmente se alimenta de desperdicios de la pesca de los barcos pesqueros (Velarde et al. 1994).

Biología de poblaciones.

275,000 individuos en una sola isla en el Golfo de California (Isla Rasa).

Antecedentes del estado de la especie o de las poblaciones principales.

Aunque las colonias de anidación de esta especie en el pasado fueron numerosas, y mucho mayores, la especie anida actualmente en su mayoría (95% de la población mundial, con aprox. 260,000 individuos) en una sola isla en el Golfo de California (Isla Rasa) por lo cual ha sido considerada como AMENAZADA (Thayer 1911, Walker 1951, Velarde 1999, 2000c, Velarde y Rodríguez 2000, Melink 2001).

Comportamiento.

Es una especie extremadamente gregaria. Anida en colonias y migra y se alimenta en grupo. Son monógamas y, en sus áreas de anidación, la pareja establece un territorio para incubar y criar a sus polluelos. Presentan una marcada conducta de defensa de la nidada y los polluelos, contra depredadores potenciales (Velarde 1989, 1999).

Ámbito hogareño

Su ámbito hogareño es muy amplio, ya que son aves migratorias y de gran capacidad de vuelo. Durante su época reproductiva pueden volar en un radio de hasta 70 km de su sitio de anidación, en busca de alimento (Velarde 1989).

Estado de conservación

NOM-059-SEMARNAT-2001 Pr sujeta a protección especial NOM-059-SEMARNAT-2010 Pr sujeta a protección especial

Rabijunco pico rojo (*Phaethon aethereus*)

Descripción.

Sexos similares. De 90 a 105 cm, que incluye de 46 a 56 cm de la extensión de la cola, una envergadura de 96 a 106 cm y aproximadamente 700 gr. Es el ave tropical más grande; adultos con cabeza y cuerpo blancos, espalda, hombros, rabadilla y parte superior de la cola finamente barrada de negro; con una ceja o máscara negra ligeramente más grande que en las otras especies y que, algunas veces se continúa en la nuca con la apariencia de un plumaje gastado; cobertoras sobre las alas más interiores y las primarias más exteriores negras; la plumas caudales del macho son más largas que las de la hembra, las demás plumas atenuadas y ampliamente elongadas. Pico rojo coral a rojo anaranjado y patas negras. Los juveniles tienen el pico amarillo opaco, faltan las plumas caudales y la mancha negra sobre la nuca; corona blanca con un punteado negro denso variable, las rayas de la espalda se encuentran alrededor del cuello; cola marginada de negro. El inmaduro se parece al adulto pero con el pico naranja y las remeras son más cortas. La raza mesonauta probablemente sea más corta de las alas; el plumaje nuevo con un tinte rosado y las áreas oscuras de las partes superiores y las plumas del vuelo más negras (Ainley et al. 1980, Blake 1972, Howell y Webb 1995, Orta 1992).

Distribución.

En la vertiente del Pacífico desde Baja California (islas del Golfo de Baja California y Sonora), Nayarit, Colima y Guerrero hasta Perú; irregularmente al norte de California, oeste de las islas Hawaianas, sur de Chile y en el océano tropical índico. Raro en el Golfo de México, se reproduce en las islas del Caribe (AOU 1998, Blake 1972, Friedmann et al. 1950, Howell y Webb 1995, Orta 1992).

Las principales colonias reproductoras residentes en el Golfo de California se encuentran en las islas San Luis, San Pedro Mártir y Espíritu Santo (Everett y Anderson 1991). Para Sonora en Isla Tiburón (Rojas-Soto et al. 2002). Para Nayarit, se encuentran en la Isla Isabel e Islas Tres Marías (Escalante 1988); y en la Isla Redonda del Archipiélago de Las Marietas (Rebón 1997). En Jalisco, en las playas y mares de la región de Chamela (Arizmendi et al. 1990). En Colima, en la Isla de San Benedicto, en el Archipiélago de las Revillagigedo (Brattstrom y

Howell 1956) y retirado de las playas continentales. En Michoacán, en Nexpa, Playa Azul y Bahía San Telmo (Villaseñor 1988).

Golfo de California, Bahía de los Ángeles, Isla San Pedro Mártir, 4 mi NE Santa Cruz. Sonora: Isla George. Nayarit: Isabel I., Isla Isabela, 75 mi de Islas Tres Marías. Colima: Archipiélago Revillagigedo, Isla Clarión, Islas de Revillagigedo, Socorro, Isla Roca Partida. Isla de San Benedicto, Bahía Magdalena. Guerrero: Zihuatanejo.

Hábitat.

Principalmente pelágico, se reproduce en pequeñas islas oceánicas rocosas, zonas inaccesibles donde despegar sea relativamente fácil (Orta 1992).

Macroclima.

Zonas pelágicas, costeras e islas en mares tropicales y subtropicales, con climas templado subhúmedo, tropical y con lluvias en verano (AOU 1998, Howell y Webb 1995).

Tipo de ambiente.

Mares e islas tropicales rocosas (AOU 1998, Orta 1992). Uso de hábitat Pelágico y costero, típicamente alrededor de las costas e islas rocosas con farallones escarpados donde se reproducen (Howell y Webb 1995).

Estrategia trófica.

La dieta es variable localmente, consumen principalmente peces pequeños (10 a 20 cm) como el pez volador *Exocoetus volitans* y *Oxyporhamphus micropterus* y calamares; la mayoría captura a sus presas por zambullimiento, pero los peces voladores son capturados en el vuelo (Orta 1992).

Biología de poblaciones.

En 1991-1992 el número de aves cuantificadas en cuatro cruceros en la zona central del Golfo de California con una extensión de 1275.65 km² fue de 25 especies y 19273 individuos; al rabijunco pico rojo correspondieron sólo 12 individuos, 0.1 aves/km² en cada uno de los viajes (Gallo 1994). En el Golfo de California se estiman 350 parejas en dos colonias; se ha considerado que existen 2000 parejas regionalmente en el oeste Atlántico y menos de 8000 a nivel global, para *P.a. mesonauta* se calculan entre 4000 y 5000 reproductores, correspondiendo a las West Indies cerca de 2200 parejas (Lee y Walsh- McGehee 2000).

Demografía.

En la isla San Benedicto son menos numerosos en Noviembre (Brattstrom y Howell 1956).

Reclutamiento

Con el bandado, el registro de polluelos y el marcado de los sitios de nidación se encontró al primer rabijunco pico rojo anillado (#744-73224) que regresó el 27 de febrero de 2002, después de cinco años a la isla de Saba, en el Caribe; este estudio señala que los jóvenes dejan el nido cuando tienen una edad de 85 días y salen al mar por cuatro o cinco años, cuando maduran sexualmente regresan a su área de nidación (Walsh-McGehee, 2002).

Antecedentes del estado de la especie o de las poblaciones principales

En su distribución nacional es una especie frecuente de océanos abiertos (Edwards 1972) y es considerada común a moderadamente común (Howell y Webb 1995); en 1956, Brattstrom y Howell la consideraron común en la Isla de San Benedicto, en el Archipiélago de las Revillagigedo; la población de la especie dentro del Golfo de Baja California es baja (Gallo 1994); para Jalisco, en las playas y mares de la región de Chamela es escasa (Arizmendi et al. 1990); en 1997, Rebón la señala como un residente permanente bastante raro para la isla Redonda, en el Archipiélago de las Islas Marietas, Nayarit; para Colima, es considerado raro; para Michoacán es rara (Villaseñor 1988). Para su distribución mundial es poco común (Stotz et al. 1996); en la isla de Malpelo, en Chile, se encuentra en pequeños números y probablemente se reproduce en ella (Pitman et al. 1995).

Comportamiento.

Generalmente vuelan solitarios, pueden encontrarse en parejas, pequeños grupos cerca de las islas de nidación (Howell y Webb 1995).

Ámbito hogareño.

Ninguna migración regular, algunos adultos pueden ser vistos rondando cerca de las colonias; extensamente dispersos, los juveniles frecuentemente sobre aguas cercanas a las zonas de reproducción; hay una gran dispersión hacia el mar, los adultos de las Galápagos pueden vagabundear algunos 1500 km (Orta 1992). El 7 de junio de 2001 fue fotografiado un individuo de la raza mesonauta entre la isla de Sicilia y Francia, antes de este registro un ejemplar fue visto a 162 km al oeste de Portugal el 13 de agosto de 1988, es considerada extremadamente rara y no se conocen los patrones regulares de migración (www.bou.org.uk/recnews.html).

Reproducción.

Estacional en los diferentes lugares de su distribución y puede ser más o menos continua, las colonias son pequeñas y muy dispersas; anidan en grietas de las rocas, entre estas, en hoyos naturales o sobre el terreno con poco o ningún material; ponen 1 huevo blanco o azul, sin marcas; incubación de 42 a 44 días; los pollos nacen con un plumón gris y pueden volar entre los 80, 90 y hasta 110 días; ningún cuidado post-volantón; información reciente señala una probable madurez sexual a los cuatro o cinco años (Walsh-McGehee 2002). En México se reproduce escasamente en la Isla de San Benedicto, en mayo y junio (Kaeding 1905), sin embargo, Bancroft (1927), señala que su estación reproductora en el Golfo de California es muy larga, a principios de marzo de 1926 se encontraron nidos, escrupulosamente limpios, ocupados con huevos, pollos y juveniles. En noviembre 17 se observó un ave en un nido con un huevo en San Benedicto, en el Archipiélago de las Revillagigedo (Brattstrom y Howell 1956). En isla Redonda del archipiélago de las islas Marietas, Nayarit, tres individuos fueron observados en reproducción, un solo nido fue localizado en una grieta con techo a 10 metros de la orilla del mar, el nido fue construido en marzo, tuvo un huevo en marzo y abril, pollo en mayo y junio, y volantón en julio (Rebón 1997). En el Caribe diez rabijuncos pico rojo se observaron en vuelos de cortejo y aterrizaje sobre la isla Santa Catalina en Costa Rica, indicando la primera localidad de reproducción para ese país (Duffy y Hoch 1995). Muy retirada de la costa, en la Isla Sala y Gómez, en Chile, de pequeño tamaño y bajo perfil, se

reporta el primer registro de nidación de un pequeño número de *P. aethereus* (Vilina y Gazitua 1999).

Estado de conservación.

NOM-059-SEMARNAT-2001 A amenazada NOM-059-SEMARNAT-2010 A amenazada

Factores de riesgo.

En su distribución nacional probablemente el factor principal sea la introducción de animales exóticos a las islas que con el tiempo se convierten en depredadores potenciales de la especie; la interferencia humana por pescadores y el turismo de los pequeños cayos e islas puede afectarla de diversas formas. Factores ambientales como los huracanes y tormentas causan altas pérdidas de pollos u adultos, además de que se depositan sedimentos en las cavidades y grietas donde las aves anidan, haciéndolos inutilizables; la competencia con otras especies por la ocupación de los nidos y la disponibilidad de sitios de nidación es probablemente uno de los principales factores que afecta a la especie, la población de adultos puede exceder el número de nidos protegidos disponibles (Wingate 1978).

Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie

Se puede considerar que las islas donde anida se encuentran en buenas condiciones para su desarrollo reproductivo ya que generalmente están apartadas de la costa, con condiciones extremas de temperatura y vegetación natural, además la especie tiene preferencias por acantilados y grietas inaccesibles para anidar.

Ecología.

La población global y la población atlántica deben ser consideradas como raras y en declinación, con una prioridad de conservación alta (Lee y Walsh-McGehee 1998).

Pardela de Revillagigedo (*Puffinus auricularis*)

La pardela Revillagigedo es una rara especie de ave procelariforme de la familia de los proceláridos (Procellariidae), que se reproduce en torno al cerro Evermann en la Isla Socorro del archipiélago de Revillagigedo, México. Es una especie endémica de esa región insular y junto con *P. a. newelli* y *P. opisthomelas* son las únicas representantes de las pardelas en el Pacífico Norecuatorial (Brooke 1990). El Archipiélago de Revillagigedo ha sido reconocido como área importante para la conservación debido a su número de endemismos (Levin y Moran 1989, Brattstrom 1990).

Es de talla mediana con dorso oscuro y partes ventrales blancas (Jehl 1982), la espalda, borde anterior del envés del ala, secundarias y rectrices son de color negro. El color negro de la cabeza se extiende de la nuca a la base del pico y circunda a los ojos por completo. Ventralmente, garganta, cuello, pecho y vientre son blancos. Las cobertores interiores del ala también son blancas. En vuelo, se distinguen por su prominente flanco lateral de color blanco que se extiende hacia la rabadilla y contrasta fuertemente con las plumas negras de los muslos. Las plumas exilares son blancas en su mayoría pero oscuras en la punta. En promedio tiene una masa corporal de 358g, culmen expuesto de 31.7mm, longitud alar de 227.7mm, longitud de la cola de 74.9mm y tarso de 44.8mm (Jehl 1982). Está pardela carece de dicromatismo sexual.

Distribución histórica.

La Pardela de Revillagigedo anidaba en tres islas de ese archipiélago: Clarión, San Benedicto y Socorro. La especie fue descubierta en Isla Clarión 1889 (Townsend 1890), luego se observó en San Benedicto (Anthony 1898) y en Socorro (McLellan 1926). La distribución pelágica histórica se conoce de manera fragmentaria (Kaeding 1905, Brattstrom y Howell 1956). Aunque se sabe que las áreas de anidación en las islas Clarión, San Benedicto y Socorro fueron localizadas cerca de las cimas de esas islas, no existe información suficiente para determinar confiablemente su extensión ni para reconstruir la distribución pelágica histórica.

Distribución actual.

Las últimas áreas de anidación se localizan en Isla Socorro arriba de los 800 msnm (Martínez-Gómez et al., 2001). La distribución pelágica está delimitada por la costa oeste de México, Rocas Alijos, Isla Clipperton y el meridiano 120W (Jehl 1982, Howell 1990, Howell y Engel 1993, Spear et al., 1995).

Hábitat.

El cadillo de Socorro (*Triumfetta socorrensis*) es la planta más común en las zonas de anidación de la Pardela de Revillagigedo en Isla Socorro. Los árboles más comunes en los manchones forestales contiguos a las áreas de anidación son el cascarillo (*Guettarda insularis*) y el cerecillo (*Ilex socorrensis*) (Martínez-Gómez et al., 2001). Todas las áreas de reproducción han sido encontradas en vegetación herbácea cerca de las cimas de las tres islas donde anidaba (Anthony 1898. McLellan 1926. Levin y Moran 1989).

Reproducción.

Si la pardela de Revillagigedo tuviera un ciclo reproductor similar al de la pardela de Manx (*P. puffinus*) se esperaría que el período que precede a la puesta dure alrededor de uno o dos meses, el período en que las aves ponen sus huevos duraría aproximadamente 30 días, su incubación llevaría cerca de 50 días y los nidos tendrían polluelos después de 70 días (Brooke 1990).

Si las aves en busca de madrigueras empiezan a llegar a las zonas de anidación a mediados de noviembre (Jehl 1982) entonces la puesta de huevos en la colonia empezaría a mediados de enero y terminaría a mediados de febrero. Las aves incubarían desde mediados de enero hasta principios de abril y empezarían a emplumar al principio de junio hasta el comienzo de julio. Además si la historia de vida de *P. a. auricularis* es similar a la *P. a. newelli* (Ainley et al. 1997) las aves no regresarían a su colonia durante el primer año de vida. Empezarían a retornar durante su segundo y tercer año de edad. La formación de pares se daría entre el cuarto y quinto año y éstos visitarían las colonias antes de la puesta de huevos hasta el momento donde hay polluelos jóvenes. La madurez reproductiva llegaría al sexto año. Cada pareja pone un huevo por temporada reproductiva.

Hábitos.

Anida en colonias en las que permanece durante la temporada reproductiva: una vez que el pulso reproductor ha terminado tiene hábitos marcadamente pelágicos. Se presume una dieta

similar a la de otras pardelas donde predominan peces, calamares y crustáceos pequeños (Brooke 1990).

Amenazas.

Existe una población mínima de aves reproductoras de 1100 individuos en cinco áreas de anidación alrededor del Monte Evermann (Martínez-Gómez et al., 2001). Los muestreos pelágicos sugieren una población de 46,378 individuos y 10,600 pares reproductores (Spear et al., 1995). La situación observada en isla Socorro sugiere que el tamaño real de la población se encuentra hacia el límite de confianza inferior de 17,522 individuos propuesto por Spear et al., 1995 y probablemente sólo hay alrededor de 2,600 pares reproductores.

La principal amenaza para esta especie son los gatos asilvestrados introducidos a la Isla Socorro a principios de 1970. Las ovejas están destruyendo el hábitat de la cría. La especie también se reproducía en la isla Clarión hasta 1988, donde los sitios de anidación y hábitat fueron destruidos por los cerdos, ovejas y conejos introducidos.

Los últimos individuos reproductores anidan en Isla Socorro (Martínez-Gómez et al. 2001). Jehl (1982) estimó para Isla Socorro una población de al menos 1000 pares reproductores. Las aves observadas en conteos marinos estaban alimentándose o posadas en el mar formando grupos de hasta 45 individuos (Howell y Engel 1993). Se han observado grupos de hasta 550 pardelas al noroeste de Isla Socorro (Howell 1990). Algunos autores la han considerado como el ave pelágica de las islas oceánicas de Baja California y el mar de Cortés en mayor peligro de extinción (Everett y Anderson 1991) y actualmente se le considera como críticamente amenazada (BirdLife International, 2000).

La importancia de esta Área de Refugio estriba estrictamente en proteger el ámbito hogareño de esta ave pelágica, mismo que se estima por la distancia que hay de la colonia de reproducción a las regiones marinas donde se alimenta. La distancia mínima para llegar a la trinchera continental que se encuentra frente a la costa oeste de México es de 450 o 635km dependiendo de la isla de origen (Spear et al. 1995). Durante la primavera, la mayor densidad de pardelas de Revillagigedo se observa a lo largo de esta trinchera.

Corales, esponjas y peces

Las islas Revillagigedo y áreas cercanas albergan 389 especies de peces de arrecife, de las cuales 13 son endémicas (Fourriere *et al.*, 2016). La biomasa de peces en Roca Partida (8.49 t ha) es una de las más grandes en el mundo, segunda sólo después de las islas Darwin y Wolf en la Reserva Marina de Galápagos y comparable a la isla del Coco en Costa Rica (Figura 4). La biomasa en Roca Partida fue 3.8 veces más grande que en Socorro y 5.4 más grande que en San Benedicto. La biomasa media del archipiélago es comparable con las grandes biomásas reportadas en otras reservas marinas, y mayor que en el 99 % de los arrecifes del mundo (Figure 4). Además, aproximadamente un 30 % de la biomasa total de peces costeros fueron depredadores tope (con un valor máximo en Roca Partida de 75 %).

Los arrecifes de Revillagigedo albergan poblaciones altas de pepinos de mar y langosta, lo que sugiere densidades vírgenes y saludables en ausencia de pesca. Estas especies están severamente sobre-explotadas a lo largo de la costa Mexicana. Cuatro especies de langostas están presentes en el Pacífico Mexicano: *Panulirus interruptus*, *P. inflatus*, *P. gracilis* and *P.*

penicillatus. Las últimas tres son especies tropicales y *P. interruptus* (langosta espinosa de California) es una especie templada que mantiene una pesquería en el oeste de la península de Baja California. La especie insular es *P. penicillatus* y es común en Revillagigedo (Briones & Lozano, 1982). Registramos *P. penicillatus* en todas las islas visitadas, especialmente en San Benedicto y Socorro, en densidades de 0.07 – 0.36 ind/m². Aunque referencias históricas indican que las langostas solían ser abundantes en el Golfo de California, hoy en día es difícil observar langostas en arrecifes rocosos, y la abundancia máxima registrada en transectos lineales es de 0.03/m² (Vega *et al.*, 2010). Los Pescadores del Golfo aplican un gran presión pesquera en las poblaciones de langosta, en una pesquería que esta sin regulación alguna. En Revillagigedo, registramos individuos desde 12 a 52 cm de Longitud Total (LT), y una distribución de tallas dos veces más grande que en el Golfo de California. El pepino de mar *Isostichopus fuscus* es el sexto macro-invertebrado más abundante en Revillagigedo, dominando en las islas más grandes (Socorro, San Benedicto, Clarion). La densidad media del pepino en el archipiélago varió entre 0.08 y 0.45 ind/m², una densidad mucho más alta que en la costa Mexicana. En el Golfo de California, *I. fuscus* era muy importante comercialmente, y las capturas reportadas alcanzaron 1750 toneladas en 1991 (Herrero-Pérezrul and Chávez-Ortiz, 2003). La demanda fue tan alta que las poblaciones de pepinos en México, Costa Rica y Ecuador empezaron a mostrar signos de sobreexplotación (Reyes-Bonilla y Herrero- Pérezrul, 2003) y esto resulto en el cierre de la pesquería en 1994. Desde el 2003 la pesquería ha sido reabierto, pero las cifras en el Golfo de California sugieren que las poblaciones de pepino de mar no se han recuperado y que la pesquería aún tiene un efecto negativo en las densidad poblacional.

Corales

En años recientes se registraron 22 especies de corales hermatípicos en el Archipiélago de Revillagigedo, siendo que más de la mitad solo están distribuidos en islas oceánicas del POT y casi un tercio solo en el bien propuesto (Ketchum & Reyes Bonilla 2001). La presencia de cierto número de especies que solo se encuentran en el Archipiélago de Revillagigedo y el Atolón de Clipperton, así como los endemismos compartidos entre ellos, apoyan la idea de que estas islas forman una subregión dentro del POT donde existe una libre circulación de especies (Ketchum & Reyes Bonilla 2001). La estructura física del arrecife del Archipiélago presenta, en su mayoría, poco desarrollo. Solo algunos arrecifes marginales emergentes se encuentran en unas pocas localidades (por ejemplo Playa Blanca en Isla Socorro y Bahía Azufre en Isla Clarión) (Ketchum 1998). En general, la estructura del arrecife en las diferentes islas es parecida. Isla Clarión tiene la mayor cobertura de todo el grupo en una localidad (Bahía Azufre), y San Benedicto muestra desarrollos menos extensos que Socorro y Clarión (Ketchum 1998).

La Información respecto a los corales gorgonáceos es escasa; solo se conoce un registro a nivel de género (Wells 1988), y probablemente la identificación de dos tipos de géneros en Punta Regla. Se han hecho observaciones a diferentes profundidades (0 a 30 m) de *Pacificorgia*, *Muricea*, *Eunicea* y *Lophogorgia*; sus poblaciones son relativamente grandes y presentan una clara estratificación: *Pacificorgia* en zonas someras y *Muricea* en zonas más profundas (H. Reyes Bonilla com. pers.). Igualmente, Verdi *et al.* (1994) solo encontraron este tipo de corales relativamente lejos de la costa a profundidades de 12 a 15 m donde hay fuertes corrientes de marea. Por otro lado, San Benedicto tiene la mayor densidad de población de gorgonáceos. Además, no se han observado eventos de depredación por gasterópodos o enfermedades, los cuales son problemas comunes en el Golfo de California (H. Reyes Bonilla com. pers.).

No hay registros de las especies de coral protegidas en la NOM-059-ECOL del orden Antipatharia ni Gorgonacea.

Moluscos

El bentos de Isla Socorro se caracteriza por una alta diversidad de invertebrados, en especial crustáceos y moluscos. La zona supralitoral de las playas rocosas de la isla está dominada por la presencia de al menos dos especies de caracoles: *Littorina scutulata* y *L. conspersa* (Llinas et al. 1993). Los moluscos marinos conforman el grupo más diverso (Chávez-Comparán 1981), siendo las especies más frecuentes *Turbo fluctuosus*, *Conus purpurascens* y *Littorina aspera*.

Las especies comestibles son *Turbo fluctuosus* y *Chiton virgulatus*. También se ha registrado *Chiton laevigatus* (Villalobos 1960), el cual está asociado a *Acmaea discors* var. *Mitellus*. Strong y Hanna (1930) y Verdi et al. (1994) identificaron 43 especies de moluscos en las islas. Por otro lado, Mille-Pagaza et al. (1994) reportaron *Isognomon janus* y *Mitrella baccata* como los moluscos más comunes en las bahías de Isla Socorro. Mientras tanto, González y Sánchez (1986) reportaron 19 especies de moluscos en Isla Clarión : Bahía Azufre, Cresta del Gallo y Farallón de la Bandera.

Equinodermos

En las zonas inter y submareales están presentes los filtradores de partículas en suspensión del género *Ophiocoma*, con dos especies de origen americano tropical y otra del Atlántico. La familia *Ophiochitonidae*, que tiene el mismo origen y tipo de alimentación descritos anteriormente, se ve representada por *Ophionereis dictyota*. Por otro lado, los carnívoros de la familia *Ophiodermatidae* —también de origen americano tropical— están representados por al menos una especie. Con relación a los erizos marinos, *Tripneustes depressus* (*Toxopneustidae*) está distribuido verticalmente entre *E. vanbrunti* y *Echinometra oblonga*, así como *Eucidaris thouarsii* y *Diadema mexicanum*; todos estos equinoideos también tienen un origen americano tropical. Respecto a la familia *Asteroidea*, las especies presentes son *Linckia columbiae*, *Acanthaster ellisii*, *Asterina miniata*, cuatro especies del género *Holothuria* y una de *Stichopus* (Verdi et al. 1994). Del grupo de los pedunculados solo se ha registrado la especie *Hyocrinus foelli* (Solís-Marín 2013), distribuida a profundidades de 12 a 3234 m.

Crustáceos

En las playas arenosas se encuentran crustáceos de la familia *Hippidae*, mientras que *Gecarcinus planatus* se puede encontrar en playas rocosas. Este cangrejo tiene hábitos nocturnos y está ampliamente distribuido: desde la costa hasta 800 m tierra adentro y en las montañas de Isla Socorro. Es común encontrar *Ligia exotica* y *Grapsus grapsus* en la zona intermareal.

Zooplankton

En un estudio cualitativo de plancton, Verdi et al. (1994) notaron la presencia de los siguientes géneros de tintínicos: *Codonellopsis*, *Eutintinnus*, *Parafavella* y *Salpingella*; y de dinoflagelados: *Ceratium*, *Ceratocirva* y *Prorocentrum*. También encontraron abundantes copépodos, anélidos pelágicos, larvas nauplio y huevos de peces. En las aguas cercanas a Isla Clarión , Benett y Schaefer (1960) encontraron muy bajos volúmenes de zooplankton en

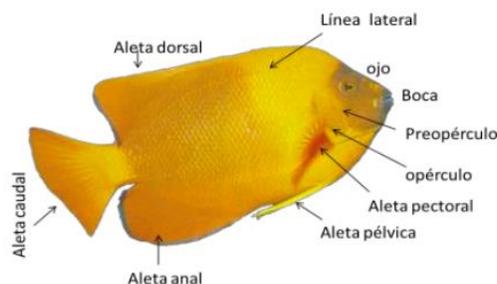
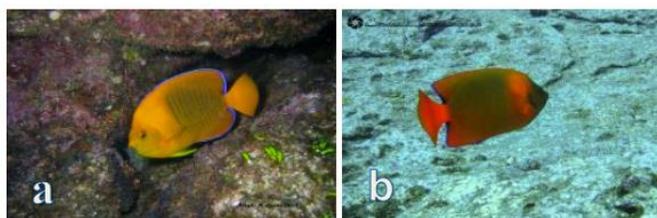
comparación a otras regiones del POT, mientras que las tasas de asimilación de carbono y las poblaciones existentes de fitoplancton son moderadas cerca de la isla.

Peces

El Archipiélago de Revillagigedo tiene una alta diversidad de peces, con un total de 251 especies y por lo tanto tiene una de las más altas diversidades de las islas y archipiélagos del POT (Ketchum et al. en prep.). Esta riqueza es notablemente mayor si se compara con la fauna de peces de algunas islas en el Golfo de California (por ejemplo, Cerralvo con 174 especies y Espíritu Santo con 120 especies) o islas oceánicas cerca del archipiélago (Clipperton con 115 especies). Las especies de peces arrecifales principales, tanto por su abundancia como por su presencia, que habitan el Archipiélago son: cabrilla (*Epinephelus labriformis*), Ángel de Clarión (*Holacanthus clarionensis*), Damisela cola blanca (*Stegastes leucorus leucorus*), señorita (*Thalassoma grammaticum*), ballesta cola roja (*Xanthichthys mento*), chopo amarilla de Revillagigedo (*Kyphosus lutescens*), mariposa pico largo (*Forcipiger flavissimus*), y el ídolo moro (*Zanclus cornutus*) (Ketchum et al. en prep.). Es común encontrar el chivato Mexicano (*Mulloidichthys dentatus*), al botete (*Sphoeroides lobatus*), la lisa (*Mugil setosus*), y la anguila manchada de Clarión (*Myrichthys pantostigmus*) en sustratos blandos de arena o cantos rodados. Las especies pelágicas más abundantes en aguas medias y superficiales son: el cardenal (*Paranthias colonus*), la damisela golondrina (*Azurina hirundo*), y los jureles (*Caranx lugubris*, *C. melampygus*, *C. sexfasciatus*), mientras que los visitantes pelágicos regulares más abundantes en el arrecife son: el agujón californiano (*Strongylura exilis*), el jurel rayado (*Elagatis bipinnulata*), y el pez fuerte (*Seriola rivoliana*) (Ketchum et al. en prep.).

Los peces oceánicos pelágicos que visitan el arrecife ocasionalmente son: pez volador (*Cypselurus calopterus*), barrilete (*Euthynnus lineatus*), atleta amarilla (*Thunnus albacares*), y wahoo (*Acanthocybium solandri*) (Ketchum et al. en prep.). Las especies pelágicas han sido un recurso natural importante, en particular albacora (*Thunnus alalunga*) y atún atleta amarilla (*T. albacares*) para la pesca industrial y deportiva, y el Ángel de Clarión para el comercio de peces ornamentales (Almenara & Ketchum 1994; Wood 2000).

Ángel de Clarión, *Holacanthus clarionensis* *



Características de la especie:

Distribución.

La mayor parte de su población se encuentra establecida en el Archipiélago de Revillagigedo (Islas Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida). También en pequeñas poblaciones en Baja California Sur: Bahía de La Paz (24.6°N, 110.5°W) y Rocas Alijos (24.9°N, 115.7°W). Asimismo, se cuenta con presencia ocasional (individuos fuera de su rango normal) en Bahía de Banderas, Jalisco-Nayarit (20.7°N, 105.7°W), las Islas Clipperton (Francia, 10.3°N, 109.2°W), e incluso en Isla Guadalupe, Baja California (28.9°N, 118.3°W) (Froese y Pauly, 2014; Robertson y Allen, 2014) (Figura 1 izquierda). A partir de un modelo de MaxEnt, Reyes-Bonilla y Martínez (2016) estimaron un área de distribución potencial para *H. clarionensis* de 13,365 km². Para el modelo se emplearon datos de información original de campo de Reyes-Bonilla y Martínez (2016) de 2010 y 2014, Fishbase, Fishnet2, GBIF, OBIS, SFTEP, REEF y Vertnet. Para eliminar los posibles errores de georreferenciación, los registros redundantes y/o que se encontraban completamente en tierra fueron excluidos. El área accesible para la especie (M) se delimitó con un cuadrante que incluye la totalidad del área de distribución conocida para la especie (Robertson y Allen 2014). Se modeló con las variables de temperatura promedio y rango, los valores promedio de fosfatos, nitratos, silicatos, oxígeno disuelto, radiación fotosintéticamente activa, pH, productividad primaria, profundidad de zona eufótica y salinidad, además de la batimetría y tipo de suelo (MODIS-Aqua, 2002-2012; WOA09-NOAA, 2015; GEBCO, 2015; Moreno, et al., 1998; Ocean Productivity, 2015; van Heuven, et al., 2011). El modelo se corrió empleando “randomseed” con un 25% de registros de prueba y los resultados indicaron que el análisis de área bajo la curva de características operativas (AUC) fue mayor que la que se daría por el azar, por lo que el desempeño del modelo es adecuado (Reyes- Bonilla y Martínez, 2016).

Hábitat.

Se localiza en un ámbito marino demersal, asociado a arrecifes coralinos y rocosos, así como bloques, paredes y acantilados. Los individuos comúnmente se encuentran dentro de los primeros 30 m de profundidad (Pyle et al., 2010a). Suelen aparecer a unos 3-5 m sobre el fondo, en las llamadas “estaciones de limpieza”, donde se acercan a las mantas (*Manta birostris*) para consumir sus parásitos externos (Michael, 1993).

Características biológicas.

Actualmente se desconoce la ecología de *H. clarionensis*. Según Froese y Pauly (2014), la tasa de crecimiento individual (k) de *H. clarionensis* es de 0.46 y su longitud máxima (Linf) de 211 mm. Tomando en cuenta estos datos, la tendencia de la familia Pomacanthidae, una proporción de sexos de 1:1 y una longitud máxima de 20 cm. Bailly (2014) trazó una curva de crecimiento, donde se determinó que la madurez sexual del pez ángel clarión se alcanza entre los 1.5 y 2.5 años de vida (tallas de 10 a 13 cm), y su longevidad esperada es de 10 años.

En el Archipiélago de Revillagigedo, los adultos liberan células sexuales en la superficie en primavera y otoño por lo que se considera que la especie se reproduce dos veces por año (Weiss, 1986). Es probable que el sistema de apareamiento sea poligínico (Moyer et al., 1983). Los juveniles son solitarios y territoriales, los adultos son vágiles mostrándose en grupos de hasta 30 individuos (De la Torre, 2014). Las observaciones de campo de Reyes y Martínez (2016) entre 2010 y 2014, indican que la población del Archipiélago de Revillagigedo tiene

menos de 10% de juveniles, por lo que el reclutamiento ocurre en zonas someras o más profundas que el cuerpo arrecifal.

Características morfológicas.

El cuerpo de *H. clarionensis* es comprimido; los juveniles son de color naranja-café con líneas angostas azules a un costado del cuerpo, y dos más en la cabeza de color azul brillante que desaparecen con el crecimiento del individuo. Los adultos tienen el cuerpo de color café-naranja vivo, en la cabeza muestran un tono café más oscuro y detrás de ésta se muestra un área ancha color naranja brillante. Las aletas son color naranja-amarilla, las aletas dorsal y pélvica tienen los bordes de color azul, su aleta pectoral es color amarilla intenso. Las hembras son más grandes, redondas y presentan colores menos intensos que los machos (Bailly, 2014; Froese y Pauly, 2014; Robertson y Allen, 2014; Figura 2 arriba). Tienen boca pequeña (1 cm de ancho), con dientes en forma de cerdas de cepillo. El preopérculo tiene el margen vertical serrado, y entre el preopérculo y el opérculo hay una espina por el borde. Radios dorsales XIV, 17-19; radios anales III, 18-19; radios pectorales 17-18. Aletas dorsal y anal terminan en un filamento; aleta caudal con borde recto, línea lateral débilmente desarrollada que termina debajo de la base de la dorsal. Escamas grandes (50 en serie lateral), regularmente distribuidas, ásperas que poseen levantamientos distintivos en la parte expuesta.

Función de la especie en el ecosistema.

De acuerdo con sus hábitos alimenticios, es un importador y exportador de energía y materia dentro de los arrecifes (Holmlund y Hammer, 1999). Es posible que por su abundancia en el Archipiélago de Revillagigedo, pueda controlar la densidad de algas sobre el sustrato, lo cual colabora para prevenir fenómenos como el cambio de fase (Waldie et al., 2011). Es el principal pez limpiador de las mantas (*Manta birostris*). Esta especie se considera omnívora (nivel trófico 2.6) y se alimenta de esponjas, tunicados, hidrozoos, crustáceos, moluscos, zooplancton y algunas algas. Su relación consumo/biomasa corresponde a un valor de 26.0, que implica que la cantidad de alimento que el pez debe consumir anualmente para vivir es de casi 30 veces su peso (Froese y Pauly, 2014; Sala et al., 1999).

Tamaño de la población.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) el 99% de la abundancia de esta especie se encuentra dentro del Archipiélago de Revillagigedo, mientras que el 1% se localiza en el resto de las zonas (Pyle et al., 2010a). Chávez Comparán et al. (2010) obtuvieron una densidad promedio menor a 0.0001 ind/m² para Baja California Sur, mientras que para el Archipiélago de Revillagigedo fue de 0.0049 ind/m². A partir de datos de densidades promedio en Baja California Sur (Bahía de la Paz, Cabo Pulmo, Cabo San Lucas y Bahía Magdalena) y el Archipiélago de Revillagigedo (Socorro, San Benedicto y Roca Partida) (Cuadro 1) y empleando una estratificación (Krebs, 2014) de las probabilidades de ocurrencia del modelo MaxEnt generado (Sección 3.1); Reyes-Bonilla y Martínez (2016) estimaron un total de 60,701 individuos, de los cuales 10,668 habitan en las costas de Baja California Sur. Considerando que el área de distribución es de aproximadamente 13,365 km², se estimó una densidad promedio general de 0.00454 ind/m². Adicionalmente, los colaboradores del proyecto hicieron censos en Loreto (2005-2009; 151 censos), Cabo San Lucas (2008, 2012 y 2013; 35 censos), Isla Espíritu Santo (2005-2015; 950 censos) y Bahía Magdalena (2010-2013, 320 censos) en los que no se observó ningún individuo.

Estructura de la población.

Reyes-Bonilla y Martínez (2016) realizaron observaciones de campo entre 2010 y 2014 e indican que la proporción de juveniles en zonas arrecifales del Archipiélago de Revillagigedo es inferior al 10% de la población, indicando que el reclutamiento ocurre en zonas más someras o profundas que el cuerpo arrecifal (Reyes-Bonilla y Martínez, 2016). Asimismo, forman grupos de entre 2 y 33 individuos en las islas Socorro y San Benedicto (moda = 3 individuos; mediana = 5). La talla promedio en Isla Socorro es de entre 16 y 20 cm, que equivale a una edad aproximada de 3 a 4 años. Tomando en cuenta la información de la tasa de crecimiento (k), talla máxima del organismo (l infinita), y modelos empíricos de estimación de la tasa de mortalidad natural ($M= 0.825$) (Froese y Pauly, 2014), se considera que para el año 2 de la cohorte sobreviven entre el 20% y 30% de los individuos (Reyes-Bonilla y Martínez, 2016). Si se combina la información sobre el tamaño poblacional (60,701 individuos), y se resta el porcentaje de juveniles (estimado visualmente en un 30% en las Islas Revillagigedo en el presente proyecto), se espera que el tamaño efectivo poblacional de *H. clarionensis* sea menor a 21,244 parejas (Nunney, 1993).

Tendencias de la población.

Almenara y Ketchum (1994) indican que la densidad numérica de la especie disminuyó un 95% a finales de los 90's en Revillagigedo debido al fuerte coleccionismo en barcos de pesca deportiva que colectaban más de 1,000 individuos por viaje ilegalmente.

La evaluación de la IUCN cataloga a la especie bajo la categoría de "Vulnerable" en la Lista Roja de la UICN, debido a que enfrenta un alto riesgo de desaparecer en estado silvestre, por su distribución restringida a la zona protegida del Archipiélago de Revillagigedo y a los cambios ambientales como eventos de El Niño-Oscilación del Sur (ENSO; Pyle et al., 2010a). En la evaluación de la UICN se menciona que las poblaciones de la especie son estables desde la fundación de la Reserva de la Biosfera de Revillagigedo. Aunque *H. clarionensis* reside dentro de las zonas núcleo de las Áreas Naturales Protegidas "Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo", y del "Parque Nacional Cabo Pulmo", donde no se permiten las actividades productivas, incluyendo extracción de peces con fines de ornato (Chávez-Comparán et al., 2010), datos de censos anuales en el "Parque Nacional Cabo Pulmo" entre 2003 y 2007 muestran que la abundancia promedio fue de 9.8 ind/ha, siendo mayor en verano-otoño que en invierno-primavera, probablemente porque hay individuos en migración hacia el norte, en paralelo con la invasión de aguas cálidas en verano que se presentan en el Golfo de California (Trasviña et al., 2012; Reyes-Bonilla y Martínez, 2016).

Adicionalmente de forma potencial, se encuentra en otras áreas naturales protegidas manejadas por la CONANP, pero no se cuenta con información de su tendencia en las mismas como en Baja California Sur como Balandra, Zona Marítima del Archipiélago de espíritu Santo y Cabo San Lucas (Reyes-Bonilla y Martínez, 2016). Reyes-Bonilla y Martínez (2016) comentan que Posterior al 2007 y hasta el 2013, la abundancia en Cabo Pulmo ha caído a niveles indetectables (inferior a 1 ind/ha) y ya no se han observado individuos de la especie en los últimos años, posiblemente por el efecto de la pesca. En el caso del área de La Paz a Cabo San Lucas en los años 1993 a 2013, este pez solo fue observado en 7 ocasiones en un total de 459 censos. Con base en esta información, es posible que actualmente la tendencia de la población esté a la baja.

El modelo pesquero desarrollado con datos de censos anuales en la Península de Baja California del 2003 al 2013 por Reyes-Bonilla y Martínez (2016), consideró escenarios de extracción con 800 individuos anuales. Los resultados estiman una reducción de la longevidad en la población de 10 a 4 años, con la consecuente baja en los tamaños poblacionales y tallas de los individuos (Reyes-Bonilla y Martínez, 2016).

Tendencias geográficas.

H. clarionensis es nativa de México en el Archipiélago de Revillagigedo (Islas Socorro, Clarión, San Benedicto y Roca Partida) y en las costas de Baja California Sur (hasta la latitud de 25°N), México, donde se encuentra la mayor parte de su población, así como de otras áreas en México (Jalisco, Nayarit y Baja California) y las Islas Clipperton (Francia) que cuentan con registros de tránsito eventual. Por tanto, su área de distribución geográfica es pequeña. No existe información publicada que indique si ha incrementado o disminuido históricamente sus ámbitos de distribución por efectos de alteración de hábitats o cambio climático. Reyes-Bonilla y Martínez (2016) mencionan que investigadores de la organización civil Comunidad y Biodiversidad, A.C., están preparando una nota, evidenciando registros nuevos en la costa occidental de la Península de Baja California.

Amenazas.

Desde la perspectiva de las amenazas naturales Pyle et al. (2010a) indican que los eventos de El Niño pueden afectar a las poblaciones de manera indirecta, reduciendo la cantidad de recursos alimenticios en los arrecifes, ya que las aguas excesivamente cálidas contienen pocos nutrientes y pueden permanecer en el mismo sitio por meses (Glynn y Ault, 2000; Soto, 2001).

Por otra parte, la mayor proporción de la población de *H. clarionensis* habita en el Archipiélago de Revillagigedo, y se ve expuesta anualmente a huracanes y tormentas tropicales, que disminuyen la salinidad en la zona costera, aumentan la sedimentación, y producen modificaciones al entorno marino. A pesar de que no se tiene referencia de que estos eventos afecten a *H. clarionensis*, existe la posibilidad que así sea.

Se encuentra bajo fuerte presión pesquera que se genera por la conjunción del aprovechamiento legal (Cuadro 2) en tres zonas del Golfo de California: Los Cabos, La Paz y Loreto (Legorreta-Ordicia, DGVS, com. pers. 2014), el aprovechamiento ilegal y su baja densidad poblacional. La ausencia de monitoreos poblacionales continuos dificulta evaluar el efecto real que la pesca ha tenido sobre el pez ángel clarión, pero es factible que haya pesca ilegal (Piña, 2004).

Cheung et al. (2005) evaluaron las características biológicas (p.e. edad a la madurez, mortandad, tamaño máximo, entre otras) y vulnerabilidad en un modelo heurístico y consideran que *H. clarionensis* presenta una vulnerabilidad al uso humano de 27 puntos en una escala de 100. Por otra parte, Martínez Torres (2014) evaluó el nivel de vulnerabilidad de las especies a la pesca y la pérdida de hábitat por medio de sus características biológicas, encontrando que *H. clarionensis* presenta una alta vulnerabilidad con un 75 sobre 100 para la pérdida de hábitat, mientras que para la pesca fue de 26.

Utilización nacional.

Los especímenes de *H. clarionensis* son notablemente coloridos, y esa característica ha colocado a la especie como una de las principales en el mercado del acuarismo internacional para el uso ornamental. En México, existen diversos métodos de captura para peces ornamentales (Fernández y Saenz, 2007) en los que se incluyen buceo libre, buceo autónomo y el semiautónomo. Aunque no hay registros específicos para este pez, en general las especies de peces son capturadas con artes incluyendo redes de mano, chinchorros, cañas y anzuelos. Una vez extraídos, son llevados a viveros donde los colocan en tanques, para su posterior empacado y comercio al exterior (Fernández y Sáenz, 2007).

Aunque no se tienen datos precisos sobre *H. clarionensis*, aproximadamente el 1% de las especies de peces de ornato capturadas en el país se venden en el mercado nacional, en los Estados de Jalisco, Sonora, Baja California Sur y en la Ciudad de México (Fernández-Rivera Melo. COBI. com. pers. 2012).

México únicamente ha autorizado aprovechamiento de 3,171 ejemplares de 2007 a 2013 a un predio federal denominado “Buzos del Golfo”, bajo el amparo del cual se han otorgado los permisos para la exportación de *H. clarionensis* a Estados Unidos. No obstante, estas cifras no contemplan la pérdida de individuos por el manejo en su captura y transporte, cifras que no han sido cuantificadas, aunque se estima que son altas (Reyes-Bonilla y Martínez, 2016; Cuadro 2).

Comercio lícito.

El 99% de las especies de peces de ornato capturados en México es exportado a Estados Unidos, principalmente al Estado de California (Rhyne et al., 2012). El Ángel Clarión es el pez de ornato capturado en México con mayor precio en el mercado internacional, superando los \$2,000 dólares (y hasta \$5,000 si es animal reproducido en cautiverio fuera de México), mientras que en México se pagan entre \$200 y \$500 dólares por ejemplar al pescador, y unos \$1,000 al vendedor inicial (Weiss, 1986; Piña, 2004; SEMARNAT; 2013; Guerrero, 2014).

México ha autorizado la exportación de un total de 2,751 ejemplares de la especie, todos con destino a EUA entre 2007 y 2013 (Cuadro 2). De acuerdo con el reporte de importaciones enviado por el Fish and Wildlife Service de los Estados Unidos (USFWS) en el 2014, desde el año 2008 al 2014, los volúmenes de envío suman 2,705 peces exportados a ese país desde México (Reyes-Bonilla y Martínez, 2016; Cuadro 3). Por otra parte, en el mismo reporte se menciona el decomiso por parte de EUA de envíos a una empresa que maneja la especie, provenientes de México en el 2009.

Por otra parte, la Procuraduría Federal de Protección al Medio Ambiente (PROFEPA) manifestó que en las inspectorías para el Estado de Baja California Sur entre 2009 y mayo de 2014, se ha verificado la exportación de 833 especímenes vivos de *H. clarionensis* a Estados Unidos, y no se ha reportado ningún decomiso.

Comercio ilícito.

El alto valor económico que genera la especie, aunado a su distribución limitada, hacen que sea atractivo para su captura (Almenara, 2000). Reyes Bonilla y Calderón Aguilera (sometido) indican que las poblaciones de *H. clarionensis* encontradas en la zona sur de la Península de Baja California, aparentemente han disminuido, lo cual puede indicar de manera indirecta que la población es pequeña y no podría sostener la pesquería actualmente. Al contrastar estos

resultados con el registro histórico de exportaciones, es probable que muchos de los individuos que han sido comercializados desde México hayan sido extraídos ilegalmente de otras localidades (p. ej. Archipiélago de Revillagigedo), y llevados a Cabo San Lucas (donde su comercialización es legal) (Guerrero, 2014).

Hay información directa de la pesquería ilegal obtenida de páginas de internet. En 1994 se evidenció la entrada al Archipiélago de Revillagigedo de embarcaciones provenientes de Estados Unidos, los cuales colectaban no menos de 1,000 organismos por viaje en barcos de pesca deportiva (Almenara y Ketchum, 1994; Wood, 2001). En 1995 un barco nacional estadounidense fue acusado de contrabando debido a que intentó importar un cargamento ilegal de 160 peces desde México a Estados Unidos, además de haber exportado previamente 80 organismos a Japón (Blank, 2013).

Es posible que el comercio ilegal de *H. clarionensis* siga existiendo en México debido a la falta de materiales de identificación (ya que se sabe puede haber confusiones por su similitud con otros peces), capacitación a personal de aduanas sobre la especie, y por presiones de los mismos traficantes. Tal es el caso que reportó la ONG Comunidad y Biodiversidad A.C. en el 2010 al USFWS, evidenciando la exportación de *H. clarionensis* a Estados Unidos haciéndolo pasar por *Hypsypops rubicundus*, el pez Garibaldi, debido al parecido que tienen ambas especies (Stone, 2013). No obstante, la posibilidad de confusión es mínima si se presta atención a los patrones de coloración de los ejemplares adultos.

Efectos reales o potenciales del comercio.

La historia de aprovechamiento de la especie, y las reducciones observadas en la densidad en Baja California Sur sugieren que es altamente probable que el comercio y alta demanda internacional afecte sus poblaciones en vida libre

Conservación del hábitat.

Aunque actualmente no existen programas dirigidos específicamente a la conservación de la especie, al encontrarse en zonas núcleo de una reserva de la biosfera (Archipiélago de Revillagigedo, Colima) y un parque nacional (Cabo Pulmo, Baja California Sur), de forma indirecta se está protegiendo su hábitat (Endoh, 2007). Las Áreas Naturales Protegidas con presencia de *H. clarionensis* son: Archipiélago de Revillagigedo (4,321.46 km² de área de distribución potencial del pez incluida en el ANP), Balandra (9.54 km²), Zona Marítima del Archipiélago de Espíritu Santo (79.42 km²), Cabo Pulmo (35.52 km²) y Cabo San Lucas (38.74 km²).

d) Justificación técnica y jurídica para el establecimiento del Área de Refugio

Justificación técnica

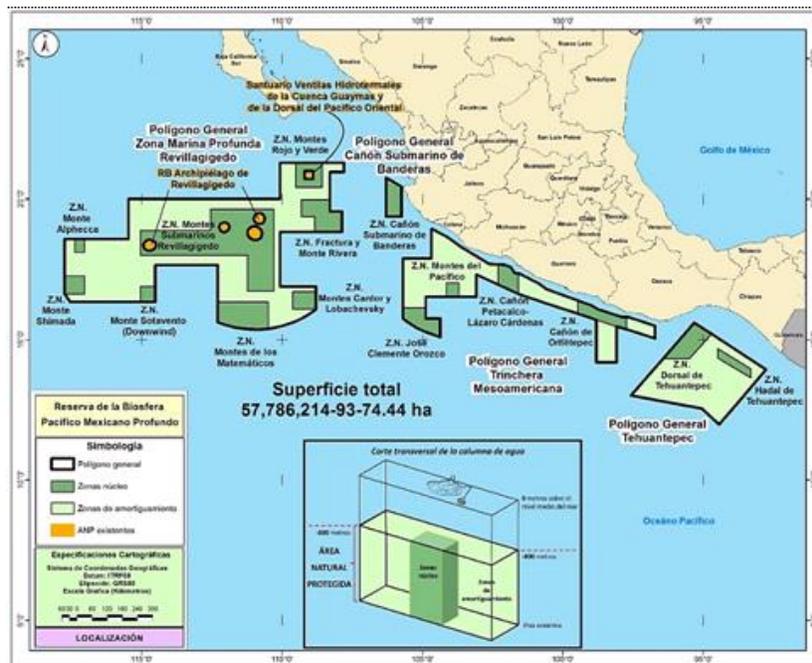
Las Islas Revillagigedo fueron decretadas en 1994 como Reserva de la Biósfera, pero sólo una relativamente pequeña aureola en torno a los elementos insulares. Desafortunadamente, también, la pesca comercial está permitida a partir de los 15 kilómetros del litoral, es decir, una franja demasiado angosta para garantizar la conservación de la biodiversidad marina en el Archipiélago y la sustentabilidad de las actividades pesqueras, dado que la mayoría de los pelágicos, así como los tiburones, rayas y mamíferos marinos trascienden estos límites. Por ello resulta indispensable ampliar la cobertura del área, para extender su protección como un

Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas, hasta hacerla coincidir con los límites establecidos por la UNESCO como Zona de Amortiguamiento del Sitio de Patrimonio Mundial¹.

En 1994 el archipiélago de Revillagigedo se decretó como Reserva de la Biósfera, con una extensión de 636,685 hectáreas. El decreto correspondiente permite el desarrollo de la pesca comercial y deportiva. De la superficie total, 205,000 hectáreas se han designado como zona núcleo (incluye 15 kilómetros en torno a las islas), y 431,000 hectáreas representan zonas de amortiguamiento. Cabe señalar que la pesca comercial y deportiva se permite en la zona de amortiguamiento.

Isla	Zona núcleo (ha)	%	Zona de amortiguamiento (ha)	%	Superficie total (ha)
Socorro	89,841-50-00	39.8	135,859-50-00	60.19	225,701-00-00
Clarión	47,501-12-50	29.44	113,844-75-00	70.56	161,345-87-50
San Benedicto	39,915-87-50	29.14	97,086-12-50	70.86	137,002-00-00
Roca Partida	28,236-50-00	25.1	84,400-00-00	74.93	112,636-50-00
Total	205,495-00-00	32.28	431,190-37-50	67.72	636,685-37-50

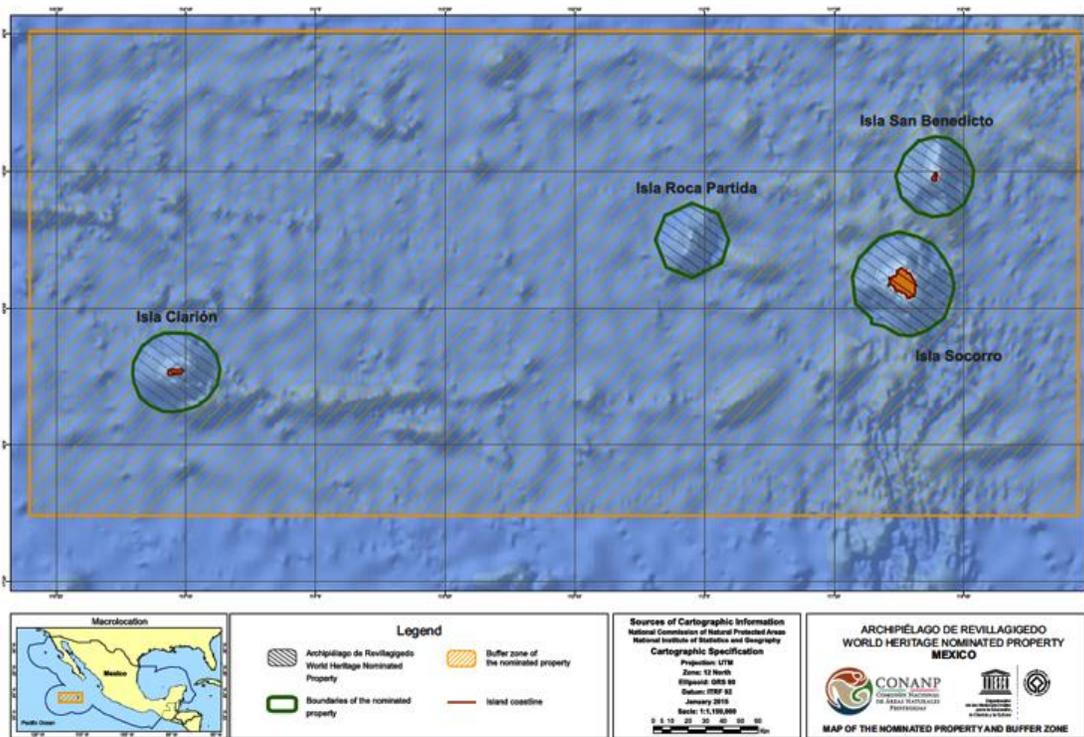
Por su parte, el 5 de diciembre de 2016 se decretó la Reserva de la Biósfera del Pacífico Profundo que incluye a las áreas profundas (a partir de 800 metros de profundidad) en torno al Archipiélago y Reserva de la Biósfera de Revillagigedo, la cual incluye a su vez zonas núcleo y de amortiguamiento. Sin embargo, debe resaltarse que dado que el decreto sólo cubre las zonas y volúmenes de agua ubicados a más de 800 metros de profundidad, en realidad no hay protección alguna en el polígono envolvente a las Islas Revillagigedo, por lo que la actividad pesquera continúa sin restricciones.



¹ <http://whc.unesco.org/en/list/1510/>

El 17 de julio de 2016 la Reserva de la Biósfera del Archipiélago de Revillagigedo quedó inscrita en la Lista del Patrimonio Mundial Natural de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). A pesar de ello, **la pesca sigue presionando severamente a los ecosistemas marinos en torno a las Islas Revillagigedo, dado que ni el decreto de creación, ni el Programa de Manejo, ni su carácter de Patrimonio Mundial, ni la declaración de la Reserva de la Biósfera del Pacífico Mexicano Profundo han planteado como alcance la exclusión de la pesca comercial.**

Es por las razones expuestas en el presente apartado, que se justifica el establecimiento de un Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas del Archipiélago de Revillagigedo, en términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), cuya delimitación coincida con la Zona de Amortiguamiento del Sitio de Patrimonio:



De aprobarse la presente propuesta, el Área de Refugio tendría una **superficie de 14'186,420 hectáreas** incluyendo las cuatro islas que conforman la Reserva de la Biosfera y colindante con el ANP del Pacífico Profundo, debiendo compatibilizar sus objetivos con los decretos y programas de manejo de las ANP en cuestión (Art. 68 LGVS).

Justificación jurídica

Los artículos 79 y 80 de la LGEEPA establecen los criterios para la preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre, mismos que serán considerados en la creación de áreas de refugio para proteger las especies acuáticas que así lo requieran.

Por su parte el Capítulo III de la Ley General de Vida Silvestre (LGVS), que alude a las Áreas de Refugio para Proteger Especies Acuáticas establece lo siguiente:

Artículo 65. La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, áreas de refugio para proteger especies nativas² de vida silvestre que se desarrollan en el medio acuático, en aguas de jurisdicción federal, zona federal marítimo terrestre y terrenos inundables, con el objeto de conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación, al desarrollo de dichas especies, así como para conservar y proteger sus hábitats, para lo cual elaborará los programas de protección correspondientes.

Artículo 66. Las áreas de refugio para proteger especies acuáticas podrán ser establecidas en sitios claramente definidos en cuanto a su ubicación y deslinde por el instrumento que las crea.

Artículo 67. Las áreas de refugio para proteger especies acuáticas podrán ser establecidas para la protección de:

I. Todas las especies nativas de la vida silvestre que se desarrollen en medio acuático presentes en el sitio;

(...)

IV. Ejemplares con características específicas, de poblaciones, especies o grupos de especies nativas de la vida silvestre que se desarrollen en medio acuático, que sean afectados en forma negativa por el uso de determinados medios de aprovechamiento; por contaminación física, química o acústica, o por colisiones con embarcaciones.

Previo a la expedición del acuerdo, la Secretaría elaborará los estudios justificativos, mismos que deberán contener, de conformidad con lo establecido en el reglamento, información general, diagnóstico, descripción de las características físicas del área, justificación y aspectos socioeconómicos; para lo cual podrá solicitar la opinión de las dependencias de la Administración Pública Federal competentes.

Artículo 68. Cuando la superficie de alguna de las áreas de refugio para proteger especies acuáticas, coincida con el polígono de algún área natural protegida, el programa de protección respectivo, deberá compatibilizarse con los objetivos generales establecidos en la declaratoria correspondiente y en el programa de manejo del área natural protegida en cuestión.

En los casos a que se refiere el párrafo anterior, corresponderá al director del área natural protegida de que se trate, llevar a cabo la coordinación de las medidas de manejo y conservación establecidas en el programa de protección.

² Ejemplares o poblaciones nativos son, de acuerdo con la definición establecida en la LGVS, aquellos pertenecientes a especies silvestres que se encuentran dentro de su ámbito de distribución natural.

III. Aspectos socioeconómicos de las actividades que afecten las especies o hábitat objeto del Área de Refugio

a) Turismo y pesca deportiva

Turismo de buceo

El turismo representa una gran oportunidad para generar empleos y capitalizar ingresos. Es, además, un giro económico no extractivo y que, por tanto, garantiza la conservación de las especies.

La principal actividad turística que se desarrolla en la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo consiste en los viajes de embarcaciones *live aboard* para buceo deportivo y la observación de flora y fauna marina. Las actividades turísticas son conducidas principalmente por prestadores de servicios de los estados de Baja California Sur y Sonora. Existen también pequeñas compañías de cruceros eco turísticos con sede en La Paz y Los Cabos B.C.S., así como en Guaymas, las cuales realizan esta actividad en menor escala. La actividad turística es creciente, en la que destaca el buceo recreativo SCUBA con participantes en un 99% de extranjeros, principalmente de Estados Unidos (31%). El resto proviene de Japón (14%), China (13%), Rusia (9%), Alemania (8%), Canadá (5%), el 22 % restante estuvo representado por Chile, Francia, Nueva Zelanda, Bélgica, España, Holanda, Inglaterra, Polonia, Brasil, Costa Rica y México, dados los espectaculares atractivos de su belleza escénica, su alejamiento, su estado prácticamente prístino y su exotividad. Una salida típica de buceo somero (60 pies), presenta la oportunidad de visitar paredes rocosas plétóricas de vida, además de probables encuentros con ejemplares de mega fauna.

El mercado potencial de esta actividad es grande. Del total de buzos certificados y activos en el mundo, cerca 60% vive en los Estados Unidos. De estos, 1.1 millones de buzos habitan en California, Texas y Florida. California es el estado con el mayor número de certificaciones cada año. Tan solo en este estado se estima un gasto máximo de 323 millones de dólares anuales, por bucear en aguas estatales. El gasto en buceo en el Mar Caribe, incluyendo Florida es de 2.1 miles de millones de dólares. (Diving Facts 2017:

<http://www.dema.org/store/download.asp?id=7811B097-8882-4707-A160-F999B49614B6>)

Las especies marinas de mayor interés para los buzos son: mamíferos marinos (ballenas, delfines), tiburones, tiburón ballena, mantas, megafauna, rayas y tortugas.

Es importante destacar que la actividad turística de la RBAR puede fomentar la conservación de especies, el equilibrio del ecosistema y los procesos naturales evolutivos, en especial considerando que el atractivo resulta ser los tiburones, mantas, tortugas, ballena jorobada y delfines, en menor grado, siempre que se desarrolle con cautela y bajo estrictas medidas de control, impulsando incluso la presencia de observadores en los barcos de los prestadores de servicios para garantizar su sustentabilidad. También deberá procurarse que la tripulación y los visitantes cuenten con los certificados de buceo necesarios para un buen desarrollo de la actividad.

En la actualidad existen dos evaluaciones del uso de la RBAR, los datos de la propia dirección de la Reserva y los que se reflejan en estudio de Evaluación de la capacidad de carga de buceo para la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, 2015

La dirección de la RBAR muestra las siguientes cifras:

Mes/año	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017
Enero	290	301	398	437	437
Febrero	280	290	405	412	418
Marzo	279	282	410	424	424
Abril	302	297	391	415	427
Mayo	91	103	360	352	368
Junio	95	89	205	251	251
Julio	0	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0	0
Octubre	27	33	0	0	0
Noviembre	91	155	40	281	310
Diciembre	139	169	110	368	373
Total turistas	1,594	1,719	2,319	2,940	3,008
Monto derechos (pesos)	466,807	443,736	422,074	590,016	636,659

Número de visitantes por mes y año (desde que se inició el cobro derechos por uso turístico) e ingreso cobro derechos. Información al 26 julio 2017.

Los prestadores de servicios turísticos (PST) se dividen de la siguiente manera:

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Número PST	17	17	19	20	24	22	20	20

De estos, 16 tienen una embarcación, 1 tiene una y tres cuentan con tres. La RBAR estima que los visitantes privados no registrados se distribuyen de la siguiente forma:

Año	Embarcaciones privadas	Pasajeros/embarcación
2013	38	342
2014	22	158
2015	33	297
2016	27	243

Esto representa una visitación adicional del 14%.

Aunque tanto la Evaluación como la información de la RBAR coinciden en que las operaciones se concentran entre los meses de noviembre a junio, la Evaluación de la capacidad de carga turística menciona aproximadamente 130 cruceros y un volumen de 15,000 turistas por año, que acuden básicamente a 7 puntos:

Roca Partida	San Benedicto	Socorro
Isla	El Boiler El Cañón Punta Norte Las Cuevas	Cabo Pearce Punta Tosca

Roca Partida y El Boiler representan la mayor acumulación de tiburones y mantas, respectivamente. Las especies de tiburones encontradas son: *Triaenodon obesus*. (puntas blancas de arrecife) con 17.5 individuos por sitio, *Carcharhinus galapagensis* (Galapagos) con 4 individuos, *Sphyma lewini* (martillo) con 3.6 individuos por sitio, *Carcharhinus albimarginatus* (puntas plateada) con 2 individuos, *Rhincodon typus* (ballena) 0.24 individuos por sitio; *Ga/eocerdo cuvier* (tigre) 0.33 individuos por sitio y *Carcharhinus obscurus* (gambuzo) 0.12 individuos por sitio. Cabe destacar que el estado de algunas de estas poblaciones a nivel mundial va a la baja, por lo que la sinergia del turismo será fundamental para su protección.

Se enlistan a continuación otros sitios de visita, que tienen menor éxito debido a la poca agregación de megafauna:

San Benedicto	Socorro
Cabo Fear	Los Morros del Norte
El Fondeadero	Roca O'Neil
Dos Hermanos	Acuario

La figura 1 muestra la localización de los puntos mencionados para Socorro y San Benedicto.



Figura 2: Isla Socorro, indicando las zonas de buceo principales

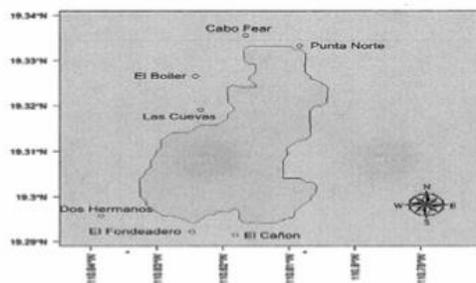


Figura 3: Ubicación geográfica y medidas de los sitios de buceo en isla Benedicto

Figura 1: Ubicación geográfica de los sitios de buceo en Isla Socorro y San Benedicto. Evaluación de la capacidad de carga de buceo para la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo, 2015)

A pesar de las estimaciones de la RBAR, se desconoce la proporción exacta de visitantes que acceden de forma privada a la Reserva. Este número puede estar ya muy cerca del límite, por

lo que resulta imprescindible que la autoridad ambiental conjunte esfuerzos con la Secretaría de Marina respecto a inspección y vigilancia.

El estudio de la Evaluación establece la capacidad de carga turística en 183,250 inmersiones por año y a la fecha alcanza los 55,320 buceos, esta cifra debe considerarse con cautela ya que existen otras compañías que cuentan con permiso pero no lo están usando y se desconoce tanto el número de embarcaciones como los viajes a la Reserva. Tampoco incluye a particulares que se internan por su cuenta. Si se suman ambas variables es probable que el número de inmersiones se aproxime al tope de las 183,250. Adicionalmente, si se considera la capacidad de carga individual para cada uno de los 7 puntos principales de buceo de la Reserva, Roca Partida y El Boiler se encuentran en el límite, precisamente por el atractivo que se desprende del avistamiento de tiburones y mantas, sin duda las especies más carismáticas de la Reserva. En ambos casos es necesario prestar especial interés al número de embarcaciones presentes y la distancia entre los buzos, como medida cautelar, y, en su caso, comenzar a bajar la visitación utilizando los permisos como control.

Existe una recomendación para que las autoridades de la RBAR no expidan más permisos, en tanto no cuenten con datos certeros de la visitación total. Existe una interacción entre la megafauna y los buzos muestra que en el 65% de los casos, los organismos no reaccionaron de manera diferente por la presencia de los buzos en el área. El 16 % de las veces los animales mostraron estar alerta ante la presencia de buzos; en el 11% de los casos los animales tendieron a evadir a los buzos y tan solo el 6% de los encuentros con la vida marina terminaron en la huida del animal. También se propone coordinar los horarios de actividad subacuática, porque un 69% de los turistas declara que la cantidad de usuarios es justa (espacio vital) mientras y un 21% aclara que son demasiados visitantes. Se sugiere prohibir la presencia de más de dos embarcaciones simultáneas por sitio de buceo y que se coordinen sus actividades para nunca coincidir en el agua. Por su lado, el fondeo de embarcaciones debe prohibirse puesto que las zonas donde se produce el mismo empiezan a mostrar cierta afectación.

Se recomienda ampliar las áreas de buceo dentro del nuevo Refugio en lugar de prospectarlos dentro de la RBAR, sólo autorizarlos después elaborar los estudios pertinentes, detectar fenómenos naturales como termoclinas y surgencias, dado que estas pueden ser utilizadas como estaciones de alimentación o de limpieza por mantas, tiburones y otros animales pelágicos de gran tamaño, atractivos para el visitante.

Será preciso elaborar plan de monitoreo marino, para contar con un manejo integral del turismo dentro del Refugio y la RBAR, desde el cual se desprendan medidas que ayuden a prevenir y mitigar los efectos negativos que pudieran derivarse por turismo. El objetivo debe ser acercar a los visitantes a los valores naturales de una forma ordenada, por medio de la información, educación e interpretación ambiental.

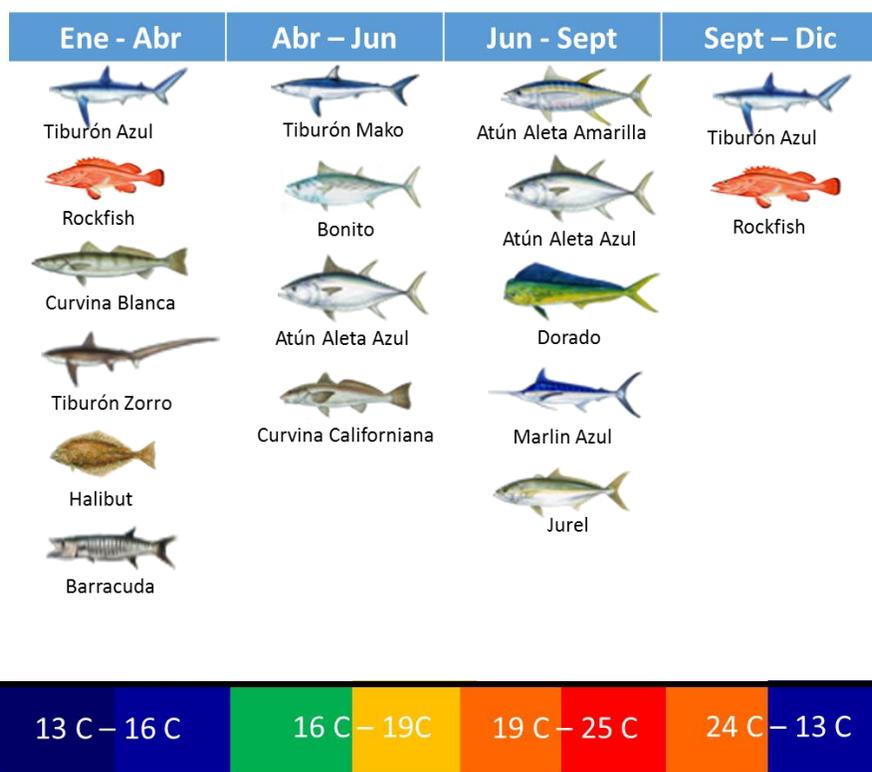
Es importante señalar que estas acciones deben conducir a crear un producto turístico, entendido como la suma del atractivo, actividad, facilidades, servicios, y procesos de comercialización. Un producto no es meramente un sinónimo de actividad, sino que debe tener un valor agregado de facilidades y servicios, debe tener un precio y participar de un proceso de comercialización.

Pesca deportiva

En los Estados Unidos hay cerca de 60 millones de pescadores deportivos registrados, de los cuales 46 millones cuentan con una licencia activa y pescan al menos una vez por año (<http://asafishing.org/facts-figures>)

California tiene 1.7 millones de pescadores deportivos registrados, que pescan un total de 27.5 millones de días por año, con un gasto de 2.6 miles de millones de dólares, datado en 2011. (<https://www.census.gov/prod/2013pubs/fhw11-ca.pdf> p.11)

En el sur de este estado y particularmente en San Diego, la temporada de pesca para distintas especies varía con la temperatura promedio del mar. A partir del mes de septiembre las temperaturas promedio caen, y con ellas disminuye la abundancia relativa de túnidos. Se muestra el esquema de pesca deportiva y las variables mencionadas.



Fuente: www.fishingbooker.com

Aunque hay una amplia oferta de viajes de pesca entre San Diego y México (a destinos como Isla Guadalupe, Revillagigedo, Ensenada y otros), hay tres factores de alto peso en la oferta de viajes a Revillagigedo:

1. Baja disponibilidad de túnidos y wahoos al norte de la frontera, entre septiembre y abril. Ello implica un mercado cautivo para México.



2. Tallas enormes, sobretodo en atún aleta amarilla, como resultado de la riqueza en alimento de los montes submarinos del área de Revillagigedo. El pescado de la Fotografía 2 se capturó en “Hurricane Banks” (Shimada), y pesó 200 kilogramos. Se muestra fotografía de este espécimen.



3. **La regulación mexicana sobre pesca deportiva es prácticamente inexistente.** Los pescadores norteamericanos vienen cada vez más a México para aprovechar los “vacíos regulatorios”, y evitar la regulación de su país, misma que consideran excesiva.

Actualmente, la pesca deportiva es la actividad económica con mayor número de solicitantes en la reserva, la cual, en ocasiones, se realiza en forma conjunta con actividades de cruceros turísticos y de buceo deportivo. Se identificaron al menos 5 operadores de viajes de pesca deportiva entre San Diego y Revillagigedo, y se obtuvieron los siguientes datos sobre el valor de esta actividad (viajes de 15 a 23 días):

Operador	Viajes x Año	Personas x Viaje	Precio Promedio	Ingreso Anual Dólares
Royal Polaris	3	25	5,800	435,000
Maximus Sportsfishing	4	20	6,000	480,000
Lee Palm Sportsfishing	2	25	6,000	300,000
Excel SportsFishing	7	33	6,500	1,501,500
Royal Star	5	20	5,800	580,000
Total	21	536 por año	6,020	3,296,500

Información obtenida de las páginas web de cada compañía, o vía telefónica

Se estima que la demanda por viajes de pesca a la zona de Revillagigedo continuará en aumento, no solo desde San Diego, sino también desde Cabo San Lucas. Como se observa, tienen un gran volumen de ventas, más de tres millones de dólares al año.

No se cuenta con datos completos sobre volúmenes de captura de los permisionarios que realizan esta actividad, pescándose básicamente el atún aleta amarilla, peto y pargo. Es importante resaltar que la derrama económica generada por los cruceros de las empresas norteamericanas, en la mayoría de los casos, se reduce al pago de derechos por los permisos correspondientes y no genera beneficios en los puertos de embarque mexicanos.

Se lleva a cabo en los meses de noviembre a mayo y está constreñida por los fenómenos climatológicos adversos, como los ciclones, que limitan la navegación. No existe un control adecuado, ya que a pesar de que los prestadores de servicio autorizados por la SAGARPA reportan las cantidades de peces extraídos, no se cuenta con una vigilancia a bordo de las embarcaciones que permita verificar los datos reportados por los permisionarios.

Generalmente, la pesca deportiva de “Catch and Release” o de “Captura y Liberación” se considera como una opción sostenible. No obstante, fuentes científicas muestran que la mortalidad de la pesca deportiva del tipo “captura y liberación” varía con cada especie en función de siete factores relevantes, en orden de importancia:³

³ Bartholomew, A. and Bohnsack, J. (2005) “A review of catch-and-release angling mortality with implications for no-take reserves”. Reviews in Fish Biology and Fisheries (2005) 15: 129-154.

- **Ubicación del anzuelo:** Si el anzuelo engancha al pez en cualquier órgano vital (esófago, estómago, cerebro, ojos, órganos respiratorios), la probabilidad de supervivencia decrece significativamente.
- **Tipo de carnada:** La carnada natural incrementa el riesgo de que los peces traguen el anzuelo, y con ello la probabilidad de supervivencia se reduce. En estos casos es recomendable cortar la línea para aumentar la probabilidad de supervivencia.
- **Tipo de Anzuelo:** Los anzuelos tipo J son ingeridos con mayor facilidad que los anzuelos circulares. Por ello, los anzuelos circulares reducen la mortalidad en la pesca deportiva, pues reducen la probabilidad de enganchar órganos vitales.
- **Profundidad de la captura:** Este factor se relaciona con la expansión de la vejiga natatoria de los peces. Mientras mayor sea la profundidad de captura y la velocidad de extracción, mayor será la probabilidad de lesiones por vejiga natatoria.
- **Temperatura del mar:** El estudio documenta que a mayor temperatura del agua, la mortalidad parece ser mayor.
- **Tiempo de “la pelea”:** “La pelea” es la etapa en la que el pescador y el pez luchan por vencer al otro. Mientras ésta etapa sea mayor, el estrés asociado a cambios fisiológicos en general aumenta, y con ello la mortalidad.
- **Exposición al aire:** Una vez que el pez sale del agua, y mientras el pescador corta el anzuelo para regresarlo, el pez no tiene acceso a oxígeno (que respira a través del agua), lo que en combinación con el estrés de la captura, puede alargar su período de recuperación. En este sentido, mientras menor sea el tiempo de exposición al aire, mayor será la probabilidad de supervivencia.

Tiburones. Distintos estudios muestran que algunas especies de tiburones son menos resistentes que otras a los efectos de la pesca deportiva del tipo “pescar y soltar”. Una especie de interés para el Archipiélago de Revillagigedo es el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*). Además de ser una especie en peligro de extinción debido a su alta mortalidad por pesca dirigida e incidental, *S. lewini* es la especie de tiburón más frágil a la pesca deportiva “pescar y soltar”.⁴ Un estudio de la universidad de Miami documentó que durante el periodo de “la pelea”, la química sanguínea del tiburón martillo cambia significativamente, presentando altos niveles de ácido láctico, presencia de ciertas hormonas, cambios en el PH de la sangre, y en niveles de electrolitos y metabolitos (asociados al estrés muscular del animal por “la pelea”).⁵ Este mismo estudio colocó una cámara de video en un tiburón martillo después de “la pelea”, para descubrir que el animal descendió y murió 10 minutos después de haber sido soltado.⁶ La revisión de la literatura encontró que *93% de los tiburones martillo muere después de ser soltado*. Otras especies de tiburones con baja resistencia son: Tiburón Puntas Negras (*Carcharhinus limbatus*), 88% de los animales estudiados mueren después de ser soltados, y el Tiburón “Sharphnose” del Atlántico (*Rhizoprionodon terraenovae*) con 91%. Otras especies de

⁴ <http://www.rsmas.miami.edu/news-events/press-releases/2014/new-study-examines-the-effects-of-catch-and-release-fishing-on-sharks>

⁵ Ibidem.

⁶ <https://www.hakaimagazine.com/article-short/sharks-even-catch-and-release-can-kill>

tiburones más resistentes a la pesca deportiva son: tiburón azul (6.8%), tiburón tigre (8.5%), y tiburón toro (15%).⁷

Atunes (Aleta Azul y Amarilla): Un estudio demostró que la mortalidad por pesca deportiva en su modalidad “pescar y soltar” para atún aleta azul puede ser minimizada al utilizar anzuelos circulares, toda vez que los peces no sean enganchados en órganos sensibles. Se comprobó que de 59 peces enganchados en la mandíbula con anzuelos circulares, solamente dos murieron (3.4%).⁸

Otro estudio reveló, para el caso del atún aleta amarilla, que aún utilizando anzuelos circulares en una línea larga de pesca comercial (long line), 21% de los individuos liberados murieron en forma posterior.⁹

Mantas y Rayas: Los pocos estudios existentes sobre la mortalidad de estas especies muestran que quizás el factor más importante de supervivencia es cómo soltar después de enganchar. Si éstas especies son sacadas del agua para remover el anzuelo, la probabilidad de supervivencia es relativamente baja.¹⁰

b) Pesca comercial

La pesca comercial es realizada principalmente por compañías y sociedades cooperativas pesqueras de atún de B.C.S., Sonora y Sinaloa, y no existe un estudio que compile los datos sobre volúmenes de captura de atún, picudos y otras especies de escama extraídas de las aguas próximas o dentro del área propuesta para el Refugio. La pesca comercial se realiza casi todo el año con excepción de la temporada invernal. El tiempo de ocupación de las actividades de pesca comercial oscila entre seis y siete meses. La comercialización de los productos por parte de las compañías y cooperativas que cuentan con autorización para la pesca comercial en las inmediaciones del Refugio se hace directamente en los puertos base, ubicados en Baja California Sur, Sinaloa, Sonora y Colima. Hasta el momento, no se cuenta con evaluaciones fidedignas sobre los efectos de la presencia y permanencia de las embarcaciones de pesca comercial en aguas de la reserva, aunque se presume que el impacto ecológico es significativo.

El Atún Aleta Amarilla (AAA) es una de las principales especies objetivo de la pesca en el Pacífico Oriental Tropical, y en las inmediaciones de las Islas Revillagigedo, con capturas promedio anuales de 240,000 toneladas en las pasadas tres décadas (1980-2010), pues ésta especie, a diferencia del atún aleta azul, tiende a ser más abundante en torno a las islas y los montes submarinos. Estudios recientes han detectado desplazamientos restringidos, con bajos niveles de dispersión y cierto sedentarismo de los atunes alrededor del Archipiélago – dentro del rango de los 1,500 kilómetros-, lo que demuestra los beneficios de haberse decretado como Área Natural Protegida. Sin embargo, un esfuerzo pequeño excesivo plantea

⁷ Ibidem.

⁸ Stokesbury, M. Neilson, J. Susko, E. Cooke, S. (2011) “Estimating mortality of Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in an experimental recreational catch-and-release fishery”. *Biological Conservation* 144 (2011) 2684–2691.

⁹ Falterman, B., Graves, J.E., 2002. A preliminary comparison of the relative mortality and hook efficiency of circular and straight shank (“J”) hooks used in the pelagic longline industry. *American Fisheries Society Symposium* 30, 80–87.

¹⁰ Croll et al. (2015) Croll DA, DeWar H, Dulvy NK, Fernando D, Francis MP, Galván-Magaña F, Hall M, Heinrichs S, Marshall A, Mccauley D, Newton KM, Notarbartolo-Di-Sciara G, O'Malley M, O'Sullivan J, Poortvliet M, Roman M, Stevens G, Tershy BR, White WT. Vulnerabilities and fisheries impacts: the uncertain future of manta and devil rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 2015;26:562–575.

graves afectaciones a los ecosistemas marinos del área, y desde luego, entra en conflicto con la conservación a largo plazo de los ecosistemas marinos.

Análisis de capturas de la flota atunera mexicana 2011-2015

Para la flota atunera mexicana que utiliza redes de cerco (*purse seine*), el promedio quinquenal de capturas dentro del polígono propuesto por la UNESCO representa el 5.3% de la captura anual total. Excepto para 2015, el resto de los años muestra promedios decrecientes de Capturas Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de AAA dentro del polígono.

En el caso del atún barrilete (*skipjack*), el promedio quinquenal dentro del polígono es más alto que el promedio total, lo que sugiere que el área dentro del polígono puede ser más atractiva para esta pesquería cuando se le compara con otras áreas circundantes, pero solamente en períodos en que los precios internacionales del producto son relativamente altos.

Year	% of YFT catch inside the polygon	% of SKJ catch inside the polygon	Average YFT CPUE* (Mt/Set)	Average YFT CPUE inside the polygon (Mt/Set)	Average SKJ CPUE (Mt/Set)	Average SKJ CPUE inside the polygon (Mt/Set)
2015	5.47%	0.88%	10.24	11.19	2.23	0.98
2014	4.12%	0.61%	11.91	9.02	0.69	0.16
2013	4.99%	2.45%	11.81	9.41	1.49	1.44
2012	5.38%	3.78%	9.98	7.68	1.68	3.25**
2011	6.94%	14.06%	11.01	10.97	1.09	3.14**
Average	5.31%	4.36%	10.99	9.65	1.43	1.79

Source: Produced with data from IATTC (purse seiners only).

* Average CPUE measures the average size of the catch per fishing gear set thrown to the sea (in this case a purse seine).

** International price of Skipjack grew until May of 2013. This explains in part why the fleet reduced its intake of Skipjack thereafter.

Resultados destacables:

- Entre 60% y 80% de las capturas de AAA dentro del polígono ocurren en los meses de abril a agosto. En años recientes no ha habido pesca durante diciembre.
- Dentro del período analizado, el barrilete se encontró con variabilidad estacional dentro del polígono. Esto soporta la teoría que la flota solo se enfoca a pescar barrilete cuando la captura de AAA es baja, o bien cuando el precio internacional del primero se incrementa dramáticamente (como en el caso de 2011 y 2012).
- Si bien las CPUE de barrilete son mayores dentro del polígono, entre 2011 y 2015 su producción (así como fuera del polígono) muestra una tendencia decreciente. Esto sugiere que la flota no ha buscado pescar barrilete desde que su precio cayó en 2013¹¹.
- El argumento acerca de las CPUE más altas dentro del polígono es relativamente débil para impedir su cierre. La razón principal es que 80% de la producción anual de la flota proviene de AAA, que siempre se valora a un precio mayor que el barrilete. La otra razón es que la producción de barrilete es casi inversamente proporcional a la del AAA, o como se mencionó arriba, se incrementa junto con los precios internacionales.

¹¹ Un exceso en el suministro de barrilete enlatado en Tailandia provocó el desplome del precio internacional en mayo de 2013. <http://www.seafoodnews.com/Story/921724/Oversupply-of-skipjack-tuna-in-Thailand-dropping-prices-worldwide>

Los cardúmenes de atún se acompañan de otros depredadores como delfines, tiburones, mantarrayas, tortugas y aves. Muchas de estas especies son vulnerables o se encuentran amenazadas. Por ello, e independientemente de las capturas de especies objetivo (atunes), la flota atunera mexicana captura y mata de manera “incidental” miles de individuos de diversas especies de tiburones y de mantas gigantes, así como de tortugas, mamíferos marinos, marlines y dorados, incluyendo especies protegidas y consideradas como amenazadas, vulnerables o en peligro.

Los niveles de captura incidental en la pesca industrializada son excesivos y aunados a la pesca ilegal y no regulada amenazan la integridad de las poblaciones de muchas especies y los ecosistemas marinos únicos y frágiles del Archipiélago de Revillagigedo. Al mismo tiempo, esta visión de corto plazo compromete la competitividad de la industria a escala mundial (EDF et. al., 2013). La pesca industrial y recreativa ilegal han sido observadas y documentadas dentro del área protegida actual, incluso al interior del área de seis millas alrededor de las islas donde se prohíbe la pesca según su programa de manejo (CONANP, 2004); es decir, en la zona núcleo de la RBAR.

ESPECIES DE TIBURONES CAPTURADOS Y MUERTOS POR LANCES DE ATÚN

Especies	Clasificación IUCN	Tendencias de la población
Manta Raya Gigante del Pacífico (<i>Manta birostris</i>)	Vulnerable	Decreciente
Tiburón Dusky (<i>Carcharhinus obscurus</i>)	Vulnerable	Decreciente
Tiburón de Galápagos (<i>Carcharhinus galapagensis</i>)	Amenazada	Decreciente
Tiburón puntas blancas oceánico (<i>Carcharhinus longimanus</i>)	Vulnerable	Decreciente
Tiburón Sandbar (<i>Carcharhinus plumbeus</i>)	Vulnerable	Decreciente
Tiburón blanco (<i>Carcharodon carcharias</i>)	Vulnerable	Decreciente
Tiburón tigre (<i>Galeocerdo cuvier</i>)	Amenazada	Desconocido
Tiburón martillo (<i>Sphyrna lewini</i>)	En Peligro	Desconocido
Tiburón sedoso (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	Amenazada	Decreciente
Tiburón puntas negras (<i>Carcharhinus limbatus</i>)	Amenazada	Desconocido

Fuente: Lista Roja IUCN www.iucnredlist.org

TABLA 3. Capturas, en toneladas, de tiburones y otros peces grandes, por buques cerqueros grandes con observador a bordo en el OPO, 2015

	Tipo de lance			Total
	OBJ	NOA	DEL	
Tiburón sedoso o jaquetón (<i>Carcharhinus falciformis</i>)	541	133	48	722
Tiburón oceánico punta blanca (<i>C. longimanus</i>)	3	<1	<1	4
Cornudas (<i>Sphyrna</i> spp.)	54	4	1	59
Tiburones zorro (<i>Alopias</i> spp.)	1	4	3	9
Otros tiburones	46	10	105	160
Mantarayas (Mobulidae)	6	20	45	71
Raya látigo del Pacífico (Dasyatidae)	<1	<1	<1	<1
Dorado (<i>Coryphaena</i> spp.)	1,206	8	<1	1,215
Peto (<i>Acanthocybium solandri</i>)	366	1	<1	368
Salmón (<i>Elagatis bipinnulata</i>) y jurel (<i>Seriola lalandi</i>)	33	9	<1	42
Otros peces grandes	367	12	1	379

Fuente: CIAT. No se consideran “descartes” que suman 640 toneladas más. Lances sobre objetos flotantes (OBJ), no asociados a delfines (NOA) y asociados a delfines (DEL).

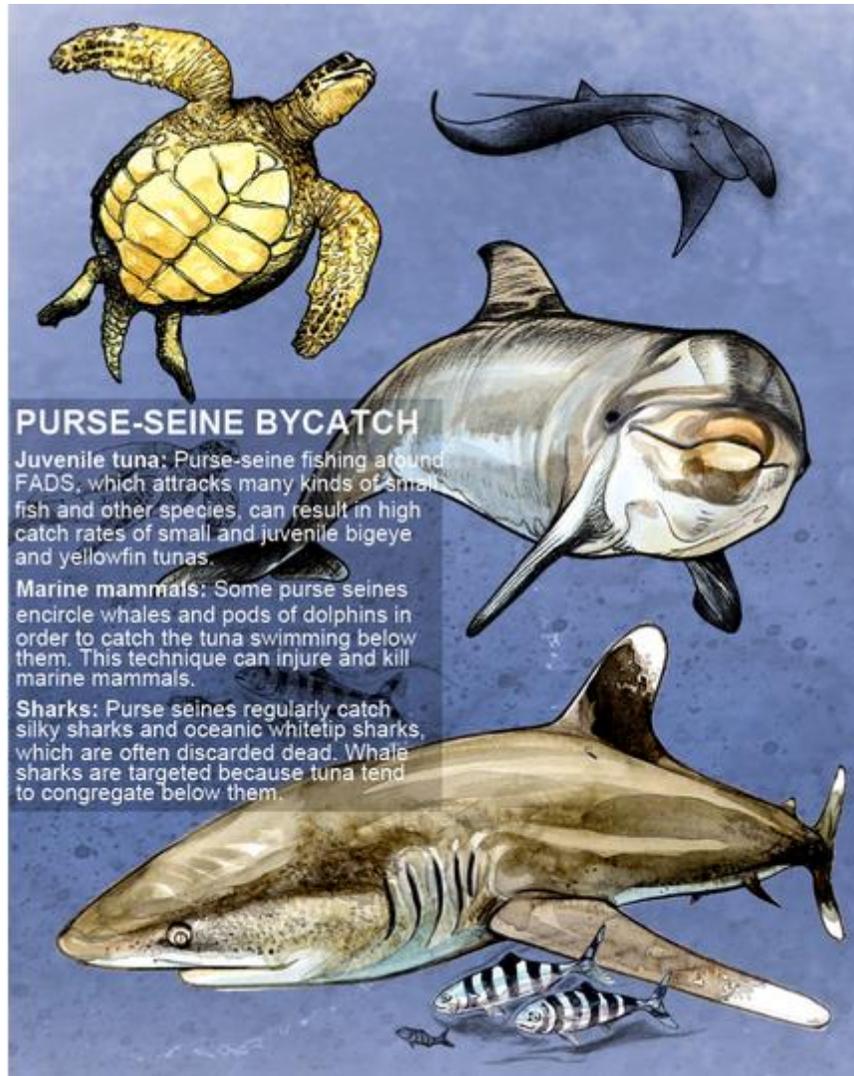
A pesar de que la flota atunera presenta cifras significativas de pesca incidental y muerte de tiburones (sedosos, zorros, azul, punta blanca, blancos), rayas y mantas (CIAT), la CIAT carece de una evaluación sistemática sobre el impacto de la pesca de atún sobre poblaciones de tiburones, rayas y mantas. No hay puntos de referencia, límites ni reglas de control. Mucho menos, con respecto de la flota palangrera.¹²

CAPTURA INCIDENTAL EN REDES DE CERCO ATUNERO



Fuente: <http://www.ecosafetuna.org>

¹² Moss Adams. 2016. Inter American Tuna Commission and Agreement on the International Dolphin Conservation Program. Performance Review.



PURSE-SEINE BYCATCH

Juvenile tuna: Purse-seine fishing around FADS, which attracts many kinds of small fish and other species, can result in high catch rates of small and juvenile bigeye and yellowfin tunas.

Marine mammals: Some purse seines encircle whales and pods of dolphins in order to catch the tuna swimming below them. This technique can injure and kill marine mammals.

Sharks: Purse seines regularly catch silky sharks and oceanic whitetip sharks, which are often discarded dead. Whale sharks are targeted because tuna tend to congregate below them.

Fuente: <http://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/fact-sheets/2012/06/21/global-tuna-fishing>

Es preciso advertir que la flota atunera mexicana opera mayormente con lances de redes de cerco sobre delfines, ya que éstos casi siempre acompañan a los cardúmenes de atún. Si bien se ha reducido la muerte de delfines en la pesquería mexicana del atún como consecuencia del Embargo Atunero impuesto por Estados Unidos en la década de los 80, la incidencia sigue siendo importante. Al menos 765 delfines fueron muertos en lances de redes de cerco de la flota atunera mexicana durante el 2015. (CIAT).

TABLA 1. Mortalidad de delfines y otros mamíferos marinos ocasionada por la pesca en el OPO durante 2015.

Especie y población	Mortalidad incidental	
	número	toneladas
Delfín manchado de altamar		
Nororiental	191	12.5
Occidental/sureño	158	10.3
Delfín tornillo		
Oriental	196	8.7
Panza blanca	139	8.4
Delfín común		
Norteño	43	3.0
Central	21	1.5
Sureño	12	0.8
Otros mamíferos*	5	0.3
Total	765	45.5

*"Otros mamíferos" incluye las siguientes especies y poblaciones, con las mortalidades observadas correspondientes: delfines no identificados 5 (0.3 t).

Fuente: CIAT.

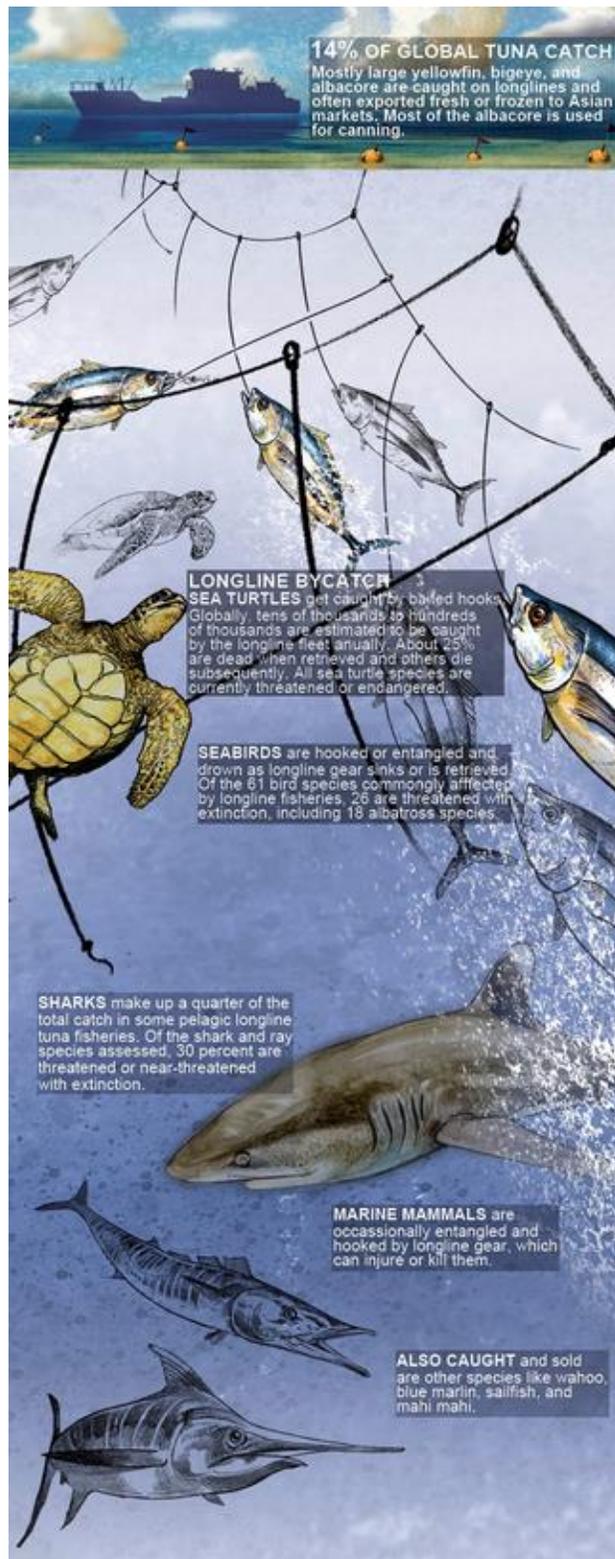
Aunque es cierto que los sistemas pesqueros actuales de cerco o encierro cuentan con exclusiones para la salida de delfines capturados incidentalmente (gracias al embargo atunero), debe advertirse que no hay medidas de escape eficaces para otras especies como tiburones, mantas, tortugas y aves.

Por otro lado, en ausencia de regulación adecuada, vigilancia y de capacidades operativas de inspección, los barcos palangreros (*Long Liners*) depredan fauna marina más allá de la captura de especies objetivo, en especial tiburones, tortugas, picudos y aves marinas. Cabe destacar que los barcos palangreros operan en ausencia total de vigilancia o inspección por parte de la autoridad en la zona de influencia de las Islas Revillagigedo. La flota palangrera captura y mata ("incidentalmente") miles de toneladas anuales de diversas especies de tiburones, pez espada, marlin rayado, marlin negro, marlin azul y pez vela, que son esenciales para la integridad de los ecosistemas. Las aves marinas son afectadas al quedar atrapadas en la red mientras cazan peces forrajeros junto a los atunes.

De hecho, por obra de la flota palangrera, México es el sexto país en el mundo en matanza de tiburones, cifra que alcanza entre 4.5 y 10 millones de individuos muertos (IMCO y CONAPESCA). Esto ha llevado a muchas poblaciones al colapso. Fundamentalmente, es la flota palangrera la responsable de la mayor parte de las capturas y muertes.

Los barcos palangreros explotan a gran escala diferentes familias de tiburones, lo que significa un serio proceso de exterminio con consecuencias muy graves para la supervivencia de poblaciones y especies. Las especies capturadas y muertas con mayor frecuencia son: tiburón zorro (*Alopias vulpinus*), tiburón volador (*Carcharhinus limbatus*), tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón chato (*Charcharhinus leucas*), tiburón cornudo prieto y tiburón aleta blanca (*Charcharhinus longimanus*).

PESCA CON PALANGRE



Fuente: <http://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/factsheets/2012/06/21/global-tuna-fishing>

En un estudio cuyo propósito fue evaluar el estado de las poblaciones de tiburones y rayas en el Archipiélago de Revillagigedo, en el que se combinaron los datos de los registros históricos de la abundancia con la percepción de la misma por parte del turismo que bucea recreativamente en la zona, se encontró que las poblaciones pelágicas de estas especies habían disminuido entre 1977 y 2008, si bien las poblaciones de mantas y tiburones residentes de los arrecifes rocosos se había mantenido constante (Baske, 2008).

A los tiburones de punta blanca del arrecife (*Triaenodon obesus*) se les ve comúnmente reposando en cuevas, protegidos en la vertical submarina de los bajos que habitan, de tal suerte que para capturarlos, los equipos de pesca tendrían que acercarse peligrosamente a la costa. Esta especie, además, tiene aletas relativamente más pequeñas que las de sus primos pelágicos (*Carcharhinus longimanus*) lo cual lo hace económicamente menos atractivo y vulnerable. Lo anterior no significa, no obstante, que el impacto que ocasionan sobre esta u otras especies estos equipos y su maniobra a gran escala (*i.e.*, palangres y redes de enmalle a la deriva), no sea importante.

c) Vigilancia insuficiente

Si bien la Secretaría de Marina cuenta con una base en la zona, no existe capacidad logística ni operativa de vigilancia eficaz. Sólo se cuenta con reducidas instalaciones en tierra en un par de islas y se carece de embarcaciones interceptoras y de sistemas satelitales de monitoreo y vigilancia. Por esas razones, es común encontrar embarcaciones pesqueras faenando dentro del radio de 15 kilómetros en torno a las islas (Figura 10).

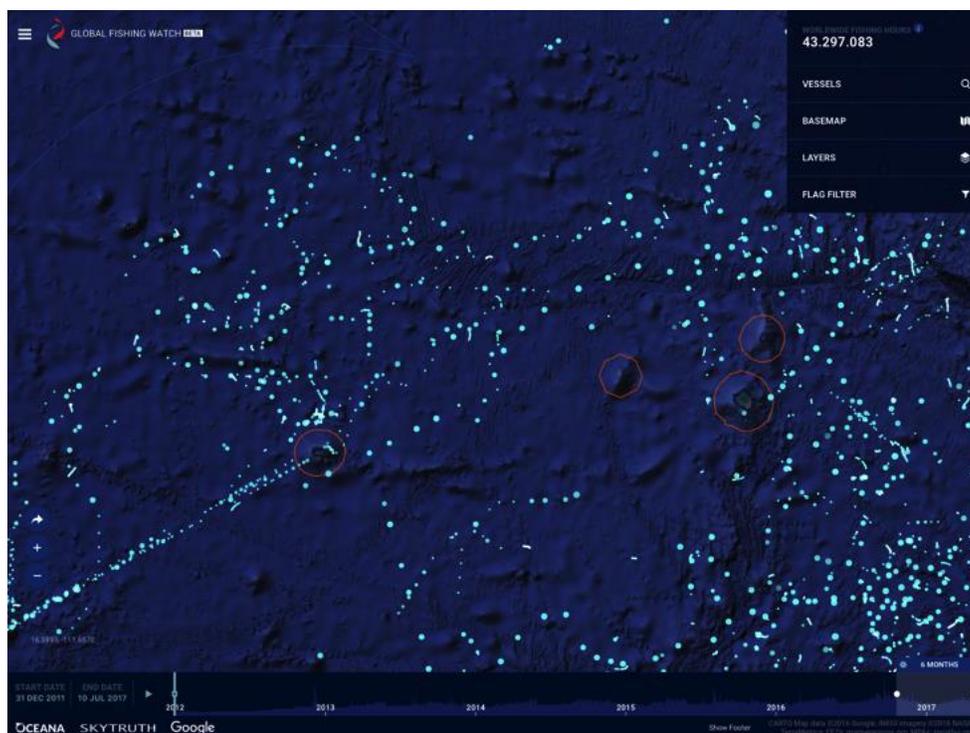


Figura 10. Embarcaciones pesqueras en las inmediaciones de Revillagigedo, octubre 2016 a marzo 2017 (<http://globalfishingwatch.org>)

d) Especies en riesgo

Además de los marcados endemismos de flora y fauna terrestres, la ictiofauna en riesgo del archipiélago es altamente diversa con más de 250 especies descritas. De las especies pelágicas oceánicas que utilizan las islas destacan el chivato (*Mulloidichthys dentatus*), el botete (*Sphoeroides lobatus*), la lisa (*Mugil setosus*) y diversas especies de anguila manchada (*Myrichthys pantostigmus*). Las especies no pelágicas de mayor relevancia en media agua y superficie son el cardenal (*Paranthias colonus*), la damisela golondrina (*Azurina hirundo*) y los jureles (*Caranx lugubris*, *C. melampyguis*, *C. sexfasciatus*), mientras que de los pelágicos visitantes regulares al arrecife los más conspicuos son el jurel rayado (*Elagatis bipinnulata*), el pez fuerte (*Seriola rivoliana*) y varias especies de tiburones como el piloto (*Carcharhinus falciformis*) y la cornuda (*Sphyrna lewini*).

Buena parte de la explotación pesquera del archipiélago se basa en la abundancia de las especies pelágicas, entre las que destacan albacoras (*Thunnus alalunga*) y atunes, además de la pesquería sobre especies de elevado valor ornamental, como el ángel Clarión, practicada desde hace más de una década de manera intensiva en las islas. Los atunes, en particular el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), tiene mayor presencia en las cercanías inmediatas a las islas y cimas submarinas que en las áreas oceánicas circundantes, condición bien conocida por los pescadores que la aprovechan en la pesca comercial. Este hecho ha sido confirmado por el análisis estadístico de los registros de los cuadernos de bitácora de las embarcaciones pesqueras, demostrándose que la captura por días de pesca es en efecto más abundante en la inmediata proximidad de tales formaciones.

A continuación, un fragmento de la lista de especies endémicas y amenazadas, incluida en la carpeta de nominación del Sitio de Patrimonio:

CORALS							
1	Scleractinia	Poritidae	<i>Porites</i>	<i>sverdrupi</i>			Vulnerable
2	Scleractinia	Agariciidae	<i>Pavona</i>	<i>minuta</i>			Near Threatened
FISH							
1	Perciformes	Chaenopsidae	<i>Acanthemblemaria</i>	<i>mangognatha</i>		e	Vulnerable
2	Perciformes	Pomacentridae	<i>Chromis</i>	<i>limbaughi</i>		e	Least concern
3	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Gobiesox</i>	<i>aethus</i>			Vulnerable
4	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Gobiesox</i>	<i>canidens</i>			Vulnerable
5	Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Tomicodon</i>	<i>absitus</i>		e	Vulnerable
6	Perciformes	Labridae	<i>Halichoeres</i>	<i>insularis</i>			Vulnerable
7	Perciformes	Pomacanthidae	<i>Holacanthus</i>	<i>clarionensis</i>		e	Vulnerable
8	Perciformes	Blenniidae	<i>Hypsoblennius</i>	<i>proteus</i>			Vulnerable
9	Perciformes	Labrisomidae	<i>Labrisomus</i>	<i>socorroensis</i>		e	Vulnerable
10	Perciformes	Gobiidae	<i>Lythrypnus</i>	<i>insularis</i>		e	Vulnerable
11	Perciformes	Serranidae	<i>Rypticus</i>	<i>courtenayi</i>		e	Vulnerable
12	Perciformes	Serranidae	<i>Serranus</i>	<i>socorroensis</i>		e	Vulnerable
13	Perciformes	Pomacentridae	<i>Stegastes</i>	<i>redemptus</i>		e	Vulnerable
14	Perciformes	Tripterygiidae	<i>Axoclinus</i>	<i>multicinctus</i>			Vulnerable
15	Perciformes	Tripterygiidae	<i>Enneanectes</i>	<i>exsul</i>		e	Not Listed
REPTILES							
1	Squamata	Colubridae	<i>Hypsiglena</i>	<i>unaocularis</i>		e	Not Listed
2	Squamata	Colubridae	<i>Masticophis</i>	<i>anthonyi</i>		e	Critically Endangered
3	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus</i>	<i>auniculatus</i>		e	Endangered
4	Squamata	Phrynosomatidae	<i>Urosaurus</i>	<i>clarionensis</i>		e	Vulnerable

Entre los tiburones amenazados del archipiélago destacan el tiburón martillo (*Sphyrna lewini*), el piloto (*Carcharhinus falciformis*), el tiburón punta gris (*C. albimarginatus*), el galápagos (*C. galapagensis*), el punta blanca de arrecife (*Triaenodon obesus*) y el tiburón ballena (*Rhincodon typus*). Dentro del grupo de las mantarrayas sobresale la manta gigante (*Manta birostris*) por su abundancia, la cual llega a conformar agregaciones de 10 o más animales en las zonas conocidas como áreas de limpieza.

En aguas próximas a la reserva se suele realizar pesca a gran escala de diferentes familias de tiburones, lo que significa un serio proceso de exterminio con consecuencias muy graves para la supervivencia de poblaciones y especies. Las especies capturadas con mayor frecuencia son: tiburón zorro (*Alopias vulpinus*), tiburón volador (*Carcharhinus limbatus*), tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón chato (*Charcharhinus leucas*), tiburón cornudo prieto y tiburón aleta blanca (*Charcharhinus longimanus*).

Deben incluirse también como especies en riesgo en el Archipiélago a las cuatro especies de tortuga marina: laúd (*Dermochelys coriacea*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), Carey (*Eretmochelys imbricata*) y tortuga verde (*Chelonia mydas*), encontrándose evidencia de anidación de la tortuga verde. Se han avistado gran número de juveniles y adultos, aunque no se han definido con precisión las áreas específicas de anidación, alimentación y crecimiento.

IV. Programa de Protección del Área de Refugio

a) Integración a iniciativas internacionales

Recientemente (octubre 2016), se firmó un acuerdo de cooperación internacional auspiciado por la IUCN y la UNESCO para la protección de las áreas marinas del Corredor Biológico del Pacífico Oriental (CMAR) mismas que comparten no sólo especies carismáticas como mamíferos y tiburones, sino aves marinas, arrecifes de coral y ecosistemas insulares prístinos. Estas áreas son: Las Islas Galápagos, el Parque Nacional Coiba, el Parque Nacional Isla de Cocos, el Santuario de Flora y Fauna de Malpelo, el Área de Conservación de Guanacaste.

Ésta es una iniciativa de cooperación regional para la conservación y el uso sostenible de los recursos marinos, liderada por los gobiernos de Ecuador, Costa Rica, Colombia y Panamá, con el apoyo de diferentes organizaciones nacionales e internacionales. Tiene como objetivo propiciar el manejo, la conservación de la biodiversidad y los recursos marinos y costeros, con especial énfasis en los ecosistemas y las especies amenazadas o en peligro de extinción, endémicas y de importancia ecológica y económica. También ha desarrollado un importante proyecto en materia de arrecifes, en el cual se realizan evaluaciones ecológicas, protocolos de monitoreo a nivel nacional y regional, programas de restauración y mejores prácticas de manejo para el turismo. Por último, cuentan con evaluaciones globales de los servicios ambientales, educación ambiental y el impulso a la creación de nuevas áreas protegidas. Cabe señalar que las amenazas detectadas dentro de este corredor son la pesca ilegal, sedimentación, contaminación, desarrollo de infraestructura y malas prácticas turísticas.

Es preciso que México se integre a esta iniciativa incorporando al Archipiélago de Revillagigedo como Área de Refugio, al igual que otras ínsulas del Pacífico mexicano que no cuentan con polígono marino de exclusión pesquera. Sobresalen entre ellas las islas de Guadalupe, Cedros, San Benito, Natividad, Alijos, las grandes Islas del Mar de Cortés que no tienen zona de exclusión de pesca, como Cerralvo, San José, Espíritu Santo (sí la tiene, pero carece de protección efectiva), Isla Isabel e Islas Marías, entre otras. La incorporación de México también debe darse ante la posibilidad de obtener financiamiento, a través de la colaboración internacional de este proyecto. El Parque Nacional Isla de Coco, en Costa Rica, cuenta con una fundación, Amigos de la Isla de Coco, que provee un considerable monto de recursos para proyectos de conservación.

El imperativo de conservación en aguas oceánicas se resalta, por un lado, a la luz de los compromisos de Aichi (de la Convención de Biodiversidad de la ONU) que obligan a las naciones a multiplicar sus esfuerzos en lo que respecta a Áreas Naturales Protegidas Marinas. Por el otro lado, debe tomarse en cuenta la urgencia de acción que plantea el dramático abatimiento de las pesquerías del mundo por la nueva pesca industrial que ha revolucionado la explotación de los mares a partir de cuantiosos subsidios de los gobiernos y de tecnologías y flotas avanzadas. Se ha exacerbado el exterminio de poblaciones, especies y ecosistemas, destacando no sólo a especies ubicadas en los eslabones más altos de las cadenas tróficas, sino también a especies marinas en la base como sardinas, anchovetas, macarelas y bacalao.

b) Instrumentos regulatorios, administrativos y operativos aplicables

El Estado Mexicano cuenta con las atribuciones constitucionales legales necesarias y suficientes para establecer las aguas circundantes del Archipiélago de Revillagigedo como un Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas, por las siguientes consideraciones:

El Artículo 27 Constitucional dispone que la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.

Asimismo, señala que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

De igual manera, dispone que son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije el Derecho Internacional; las aguas marinas interiores; las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanente o intermitentemente con el mar; las de los lagos interiores de formación natural que estén ligados directamente a corrientes constantes; las de los ríos y sus afluentes directos o indirectos, desde el punto del cauce en que se inicien las primeras aguas permanentes, intermitentes o torrenciales, hasta su desembocadura en el mar, lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional; las de las corrientes constantes o intermitentes y sus afluentes directos o indirectos, cuando el cauce de aquellas en toda su extensión o en parte de ellas, sirva de límite al territorio nacional o a dos entidades federativas, o cuando pase de una entidad federativa a otra o cruce la línea divisoria de la República; la de los lagos, lagunas o esteros cuyos vasos, zonas o riberas, estén cruzadas por líneas divisorias de dos o más entidades o entre la República y un país vecino, o cuando el límite de las riberas sirva de lindero entre dos entidades federativas o a la República con un país vecino; las de los manantiales que broten en las playas, zonas marítimas, cauces, vasos o riberas de los lagos, lagunas o esteros de propiedad nacional, y las que se extraigan de las minas; y los cauces, lechos o riberas de los lagos y corrientes interiores en la extensión que fija la ley.

Así, en los casos a que se refieren los dos párrafos anteriores, el dominio de la Nación es inalienable e imprescriptible y la explotación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes

mexicanas, no podrá realizarse sino mediante concesiones, otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes, salvo en radiodifusión y telecomunicaciones, que serán otorgadas por el Instituto Federal de Telecomunicaciones.

Aunado a lo anterior, nuestra Carta Magna dispone que la Nación ejerce en una zona económica exclusiva situada fuera del mar territorial y adyacente a éste los derechos de soberanía y las jurisdicciones que determinen las leyes del Congreso. La zona económica exclusiva se extenderá a doscientas millas náuticas, medidas a partir de la línea de base desde la cual se mide el mar territorial. En aquellos casos en que esa extensión produzca superposición con las zonas económicas exclusivas de otros Estados, la delimitación de las respectivas zonas se hará, en la medida en que resulte necesario, mediante acuerdo con estos Estados.

En este contexto resulta fundamental para el régimen de protección del territorio insular establecer regulaciones pertinentes que incidan en acciones de soberanía y jurisdicción del Estado Mexicano, en términos de las disposiciones constitucionales ya descritas. Por ello, el artículo 42, en su fracciones III y V, señala expresamente a las Islas de Revillagigedo situadas en el Océano Pacífico y a las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fija el Derecho Internacional y las marítimas interiores como parte del territorio nacional.

Lo anterior se ve reforzado con lo previsto por el artículo 48 de nuestra Ley Fundamental, que dispone que las islas, los cayos y arrecifes de los mares adyacentes que pertenezcan al territorio nacional, la plataforma continental, los zócalos submarinos de las islas, de los cayos y arrecifes, los mares territoriales, las aguas marítimas interiores y el espacio situado sobre el territorio nacional, dependerán directamente del Gobierno de la Federación, con excepción de aquellas islas sobre las que hasta la fecha hayan ejercido jurisdicción los Estados.

c) Principios de Manejo

El manejo para la conservación del Refugio se llevará a cabo en forma conjunta por las siguientes entidades del Gobierno Federal, acorde con sus atribuciones:

a) SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES / CONANP

La Secretaría tiene injerencia en dos temas fundamentales: vida silvestre y áreas naturales protegidas. En menor grado, también se involucra la zona federal marítimo terrestre. Es competencia de la SEMARNAT, a través de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. En dicha Ley se establece a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas como la autoridad competente en materia de áreas naturales protegidas, y los siguientes objetivos:

- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos.
- Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial.
- Asegurar el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y sus elementos.

- Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio.
- Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional.
- Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico en cuencas, así como las demás que tiendan a la protección de elementos circundantes con los que se relacione ecológicamente el área.
- Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas.

Por su lado, la Ley General de Vida Silvestre establece su concurrencia para:

- La conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.
- El aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables y no maderables y de las especies cuyo medio de vida total sea el agua, será regulado por las leyes forestal y de pesca, respectivamente, salvo que se trate de especies o poblaciones en riesgo, en cuyo caso se aplicará esta Ley.
- La continuidad de los procesos evolutivos de las especies de flora y fauna y demás recursos biológicos, destinando áreas representativas de los sistemas ecológicos del país a acciones de preservación e investigación.
- La preservación de las especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial.
- El combate al tráfico o apropiación ilegal de especies.
- El fomento y creación de las estaciones biológicas de rehabilitación y repoblamiento de especies de fauna silvestre.
- La participación de las organizaciones sociales, públicas o privadas, y los demás interesados en la preservación de la biodiversidad.
- El fomento y desarrollo de la investigación de la fauna y flora silvestre, y de los materiales genéticos, con el objeto de conocer su valor científico, ambiental, económico y estratégico para la Nación.
- El fomento del trato digno y respetuoso a las especies animales, con el propósito de evitar la crueldad en contra de éstas.
- El desarrollo de actividades productivas alternativas para las comunidades rurales.
- El conocimiento biológico tradicional y la participación de las comunidades, así como los pueblos indígenas en la elaboración de programas de biodiversidad de las áreas en que habiten.

En suma, conducir la política nacional de los recursos naturales, administrar y regular su uso, proponer Normas Oficiales Mexicanas, vigilar el cumplimiento de la normatividad vigente, proponer y establecer áreas naturales protegidas, organizarlas y administrarlas, ejercer su posesión y propiedad, proponer y resolver vedas de pesca y dar permisos para el uso sustentable de la flora y fauna silvestre.

b) SECRETARÍA DE MARINA / GUARDIA COSTERA

Tiene las siguientes competencias:

- Vigilancia, visita, inspección u otras acciones previstas en las disposiciones jurídicas aplicables en las zonas marinas mexicanas, costas y recintos portuarios.
- Mantener el estado de derecho en las zonas marinas mexicanas, costas y recintos portuarios, ejerciendo sus funciones de guardia costera.
- Cuando en ejercicio de estas funciones, se presente la posible comisión de un hecho que la ley señale como delito, se pondrá a disposición ante la autoridad competente a las personas, objetos, instrumentos y productos relacionados al mismo.

Cabe destacar el papel de dicha Secretaría en lo que respecta a vigilancia de posibles ilícitos pesqueros, dado que mantiene una base de operaciones en la Isla Socorro. Será entonces vital fortalecer a la Guardia Costera de la Armada, con plenas facultades de inspección, vigilancia y sanción de los delitos ambientales, como un cuerpo bien equipado, capacitado y con los elementos humanos, materiales y financieros suficientes para cubrir la totalidad del futuro Refugio.

c) SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES / DIRECCIÓN GENERAL DE AERONÁUTICA CIVIL

Puesto que en Isla Socorro existe una pista aérea, es necesario considerar a dicha Dirección General, que reglamenta, regula y sanciona lo referente al espacio aéreo mexicano, tráfico de aeronaves, y aeropuertos, así como certificar y autorizar el uso de aeródromos.

d) Estrategia de operación y vigilancia

En el contexto de creación del Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas de las Islas Revillagigedo, es esencial que la Secretaría de Marina (SEMAR) asuma plenamente las funciones de Guardia Costera que le han sido conferidas recientemente por la Ley¹³. Ello implica nuevo personal, equipamiento y capacidades operativas. Por tanto, es necesario que la Guardia Costera:

- Inicie sus operaciones formales en Revillagigedo, mediante un operativo estratégico de evaluación preliminar de delitos ambientales.
- Adquiera e instale un sistema de detección remota de posibles infractores.
- Aplique un mecanismo de atención a denuncias ciudadanas.
- Adquiera equipo de intercepción de embarcaciones y desarrolle protocolos para levantar las actas correspondientes y presentar a los infractores directamente al ministerio público.
- Inicie la verificación de permisos de pesca en la zona de influencia de las Revillagigedo.
- Lleve a cabo observación de actividades pesqueras, toma de fotografía y video.
- Capacite a su personal para la identificación y conteo de especies capturadas por embarcaciones pesqueras y en protocolos de inspección y vigilancia para el cumplimiento de la Ley.
- Emprenda regularmente rondas de inspección con especialistas y equipo de filmación.

¹³ DECRETO por el que se reforman y adicionan los artículos 30 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 2 de la Ley Orgánica de la Armada de México. DOF: 19/05/2017

En Revillagigedo la Secretaría de Marina carece de embarcaciones interceptoras y de sistemas tecnológicos de monitoreo y vigilancia. Por esas razones, es común encontrar embarcaciones pesqueras faenando dentro del radio de 15 kilómetros en torno a las islas.

e) Identificación de mecanismos de financiamiento nacionales e internacionales

Existen en nuestro país diversos fondos de capital e inversión, operados con recursos de fuentes tanto nacionales como extranjeras, mismos que en su mayoría no están adecuadamente sintonizados con las prioridades de la autoridad ambiental, o no atienden las necesidades apremiantes de la población más desfavorecida, ni aún menos se enfocan a soluciones de largo plazo. Este tipo de inversiones de capital privado deben coincidir, para ser efectivas, con las prioridades de la agenda nacional en sectores estratégicos; las empresas, particularmente aquellas enlistadas en el Índice de Sustentabilidad de la Bolsa Mexicana de Valores, deben corresponsabilizarse con el tema de Conservación de los Mares Mexicanos.

La sociedad debe respetar la ley ambiental y adicionalmente poder aportar recursos financieros para programas de conservación y restauración de nuestro patrimonio natural y social, pues la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente señala que la SEMARNAT habrá de promover mecanismos para captar recursos y financiar o apoyar el manejo de áreas naturales protegidas y recursos naturales del país.

En apoyo de esta disposición, diversas organizaciones pretenden crear un fondo mixto para la Conservación de los Mares Mexicanos, en donde participarán inicialmente la Semarnat, el Pew Charitable Trusts y un grupo compacto de empresarios mexicanos comprometidos con la conservación de nuestro capital natural en mares y costas del país. El Fondo tiene las características siguientes:

- El Fondo para la Conservación de los Mares Mexicanos es un instrumento financiero conformado por empresarios mexicanos enterados de la problemática que sufren nuestros mares y comprometidos en su resolución, así como The Pew Charitable Trusts, uno de los organismos internacionales más importantes en el mundo en la conservación de ecosistemas marinos y la SEMARNAT como la autoridad ambiental encargada del tema. Todos unidos en defensa de nuestro patrimonio natural de los mares y costas de México.
- Pew, La SEMARNAT y empresarios presidirán el Consejo Consultivo del Fondo y tendrán poder de decisión sobre las acciones a desarrollar.
- Los recursos del Fondo serán administrados por Beta Diversidad AC con el objeto de dar transparencia, seguridad, certidumbre y garantizar la aplicación oportuna de los recursos financieros.
- PROCOI S.C. Es el estructurador del proyecto y será el encargado del diseño, nacimiento e implementación del FoMares, así como de la promoción y procuración de recursos financieros.
- Beta Diversidad AC lo será del diseño y elaboración o armado de proyectos, la coordinación, supervisión y evaluación de los mismos.
- La aportación y participación de Pew y la SEMARNAT agregarán valor, rumbo y asertividad en la consecución de los objetivos planteados.
- Con la creación del FoMares, la sugerencia es actuar a partir de un ejercicio previo de planeación y no de manera reactiva y correctiva como suele hacerse en México. Se identificarán necesidades y prioridades y se desarrollará una propuesta de valor

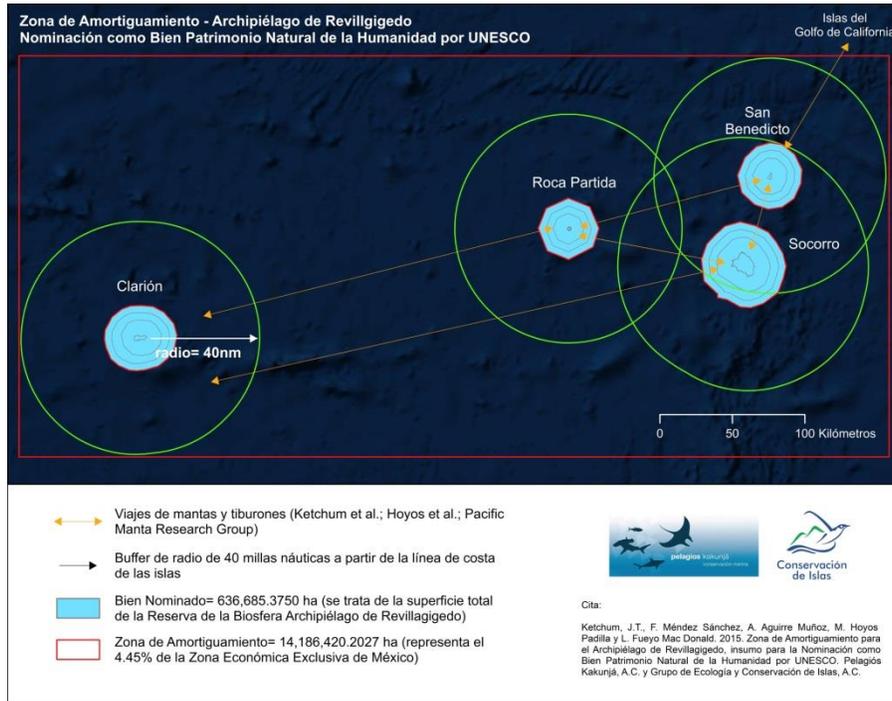
- apegada a recomendaciones de la academia, el conocimiento científico de Pew que es reconocido internacionalmente y programas de la SEMARNAT.
- El Fondo deberá ser auditable y evaluado en sus resultados.
 - El Fondo será operado por Beta Diversidad AC a través de un Comité Técnico o Consejo Consultivo presidido por Pew, la SEMARNAT y Empresarios donantes.
 - Se operará en base a un Plan de Acción elaborado anualmente que empate necesidades y prioridades a atender con proyectos.
 - Llevar a cabo una Asamblea anual en la que se reporte a donantes los resultados de los proyectos.
 - El gobierno mexicano, a través de la SEMARNAT aportará un porcentaje del presupuesto anual del FoMares y Pew y los empresarios donantes deberán aportar la diferencia a procurar, así como aquellos ciudadanos (“donantes de a peso”) que quieran participar.
 - Se pretende también que participen aportando recursos las empresas listadas en el Índice de Sustentabilidad de la BMV, otros gremios relevantes en México como la Asociación Mexicana de Bancos, empresas petroleras con actividad marina en el país, etc.
 - Adicionalmente, se captarán recursos de multas a empresas que incumplan la Ley.
 - Parte de los subsidios de Conapesca serán destinados al FoMares.
 - Se analizarán otras fuentes de recursos.
 - Las aportaciones deben ser multianuales, tanto de gobierno como de IP.
 - Se constituirá un Fondo Patrimonial del cuál solo se utilizarán los intereses.
 - Parte de los recursos serán extinguidos en un año.

f) Conclusiones y propuestas

El Área de Refugio para Proteger Especies Acuáticas que aquí se propone, tendría una superficie de 14,186,420 hectáreas. El polígono del área se determinó en correspondencia con la Zona de Amortiguamiento del Sitio de Patrimonio Mundial enlistado con el número 1510, por recomendación de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, compuesta a su vez por Estados soberanos, agencias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil. Dicha determinación es congruente con la Convención del Patrimonio Mundial, de la cual México es firmante como Estado Parte. La propia IUCN pide ampliar la protección del sitio para guardar congruencia con la Convención del Patrimonio Mundial de la UNESCO.

El polígono se diseñó mediante el trazado de radios de 40 millas náuticas alrededor de las cuatro islas, cuya envolvente arroja una superficie 14.186 millones de hectáreas. Esta es la zona por la cual transitan especies protegidas de tiburones, mantas, ballenas, aves y tortugas marinas, entre otras.

REFUGIO DE ESPECIES ACUÁTICAS PROPUESTO

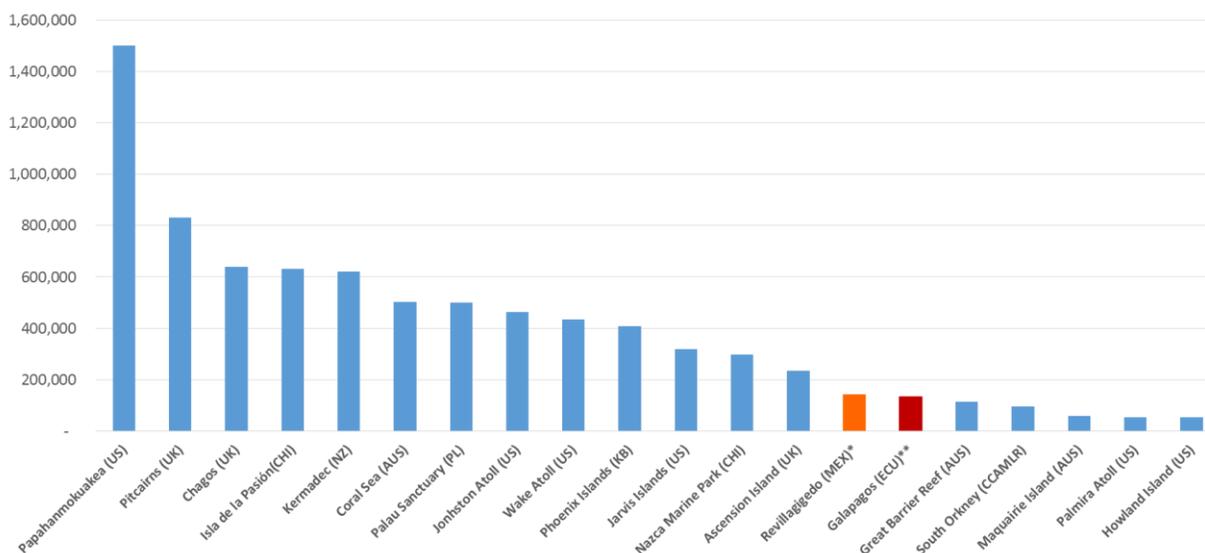


Es fundamental eliminar los impactos ecológicos de la pesca comercial, tanto de la flota palangrera como de la flota atunera en las Islas Revillagigedo. El Refugio tendría la capacidad de contribuir con la sustentabilidad de la industria pesquera, la conservación de la biodiversidad y un desarrollo ecoturístico sostenible y de alto valor agregado. Garantizaría la protección a perpetuidad de más de 14 millones de hectáreas (7% de la Zona Económica Exclusiva de México en el Pacífico) y establecería un área de refugio permanente para especies de tiburones, mantas, tortugas y mamíferos marinos. Por otra parte, serían considerables los beneficios a la industria pesquera en el mediano plazo por repoblación y recuperación de *stocks*.

Revillagigedo se convertirá en una de las áreas de exclusión pesquera más grandes del mundo, lo que contribuirá al desarrollo del ecoturismo marino enfocado al avistamiento de fauna silvestre y en consecuencia a la preservación de la biodiversidad.¹⁴

¹⁴ PEW Charitable Trusts

SUPERFICIE DE RESERVAS MARINAS CON EXCLUSIÓN PESQUERA EN EL MUNDO



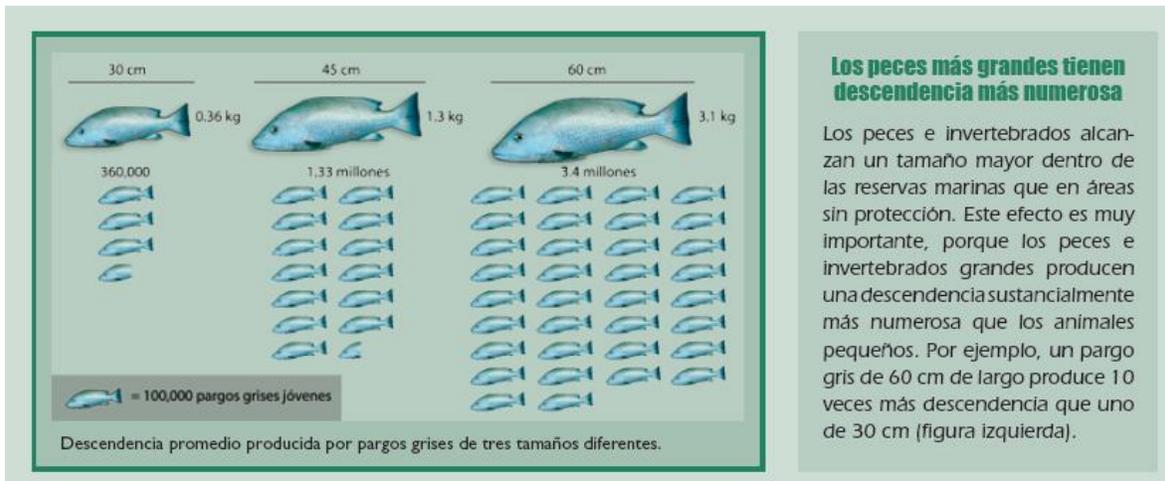
* En proceso de decreto

** Solamente 32% de las aguas del área protegida son zona de no pesca (42,500 km²).
<https://www.theguardian.com/environment/2016/mar/21/ecuador-creates-galapagos-marine-sanctuary-to-protect-sharks>

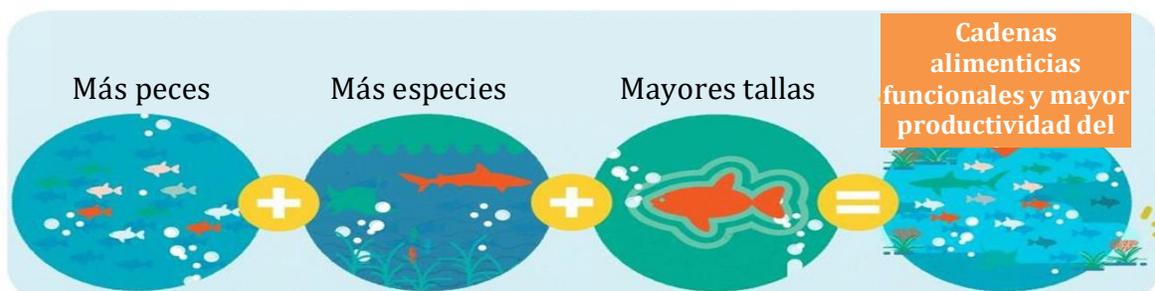
Se ha comprobado científicamente que las Áreas Marinas Protegidas con exclusión de pesca comercial incrementan las poblaciones de todas las especies que las habitan. Entre sus principales beneficios destacan:¹⁵

- Los medios de subsistencia de quienes dependen de la pesca quedarán protegidos a perpetuidad.
- Las cadenas alimenticias o ecológicas tenderán a reequilibrarse, y con ello no habrá pérdidas de especies.
- Los *stocks* de pesquerías se incrementan, y cuando las especies son migratorias (como el atún), pueden continuarse pescando afuera del área protegida, pero con la garantía de que sus poblaciones continuarán estables o en aumento.
- La biomasa, o masa de animales y plantas, aumenta considerablemente.
- El tamaño promedio de los animales también aumenta de manera notable.
- La diversidad, o número de especies, crece significativamente.
- Las especies severamente explotadas tienden a mostrar los incrementos más relevantes en sus poblaciones.
- Cuando los animales marinos llegan a ser más abundantes dentro de una reserva marina, los adultos colonizan otras áreas externas, se desplazan, crecen y se reproducen en el nuevo hábitat.
- La ciencia ha documentado dichos movimientos desde diversas reservas marinas hacia otras áreas, en Estados Unidos, Bahamas, Santa Lucía, Kenia, Filipinas, Australia, Nueva Zelanda y el Mar Mediterráneo. Es notable que los peces grandes (y otra fauna) dentro de las reservas marinas producen más descendencia que los animales de menor talla fuera de ellas.

¹⁵ Sala, E, et al. (2016) "Fish Banks: An Economic Model to Scale Marine Conservation", Journal of Marine Policy, 73 (2016) 154-161.



LO QUE SIGNIFICAN LAS AREAS MARINAS PROTEGIDAS



Es claro que una amplia zona de no-pesca ayudaría al sector pesquero a recuperar e incluso mejorar las capturas alrededor del Refugio, como lo demuestran experiencias documentadas en las Galápagos y George Banks, Nueva Inglaterra, entre otras (*Spillover Effect*). Particularmente, cabe destacar que prohibir la pesca industrializada en el área del Refugio tendría como consecuencia el aumento en la biomasa y probablemente la talla para las especies de túnidos presentes.

Referencias Bibliográficas

- CONANP, 2004. *Programa de Conservación y Manejo de la Reserva de la Biosfera Archipiélago de Revillagigedo. México*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Baske, A, 2008. *Can recreational diver surveys lead to conservation action? A case study of the Revillagigedo Archipelago*. Master Thesis, Center for Marine Biodiversity and Conservation. Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego.
- Cheung, WW, R Watson and D Pauly, 2013. Signature of ocean warming in global fisheries catch. *Nature* **497**: 365–368.
- Cheung, WWL, MC Jones, VWY Lam, DD Miller, Y Ota, L The and UR Sumaila, 2016. Transform high seas management to build climate resilience in marine seafood supply. *Fish and Fisheries*. DOI: 10.1111/faf.12177.
- CIBNOR – SAGARPA. 2008. Programa rector nacional de pesca y acuicultura: Atún.
- CIAT, 2016. *Los atunes, peces picudos y otros peces pelágicos en el Océano Pacífico Oriental en 2014*. Documento IATTC-90-04a. CIAT, La Jolla, CA. 131p.
- EDF, IMCO, CCC, COBI, IDEA y Niparajá, 2013. La Pesca Ilegal e Irregular en México – Una Barrera a la Competitividad. IMCO, México. 71p.
- Goñi, R., Adlerstein, S., Alvarez-Berastegui, D., Forcada, A., Reñones, O., Criquet, G., & Bonhomme, P, 2008. Spillover from six western Mediterranean marine protected areas: evidence from artisanal fisheries. *Marine Ecology Progress Series* **366**: 159-174.
- Lewison, RL, LB Crowder, AJ Read and SA Freeman, 2004. Understanding impacts of fisheries bycatch on marine megafauna. *TRENDS in Ecology and Evolution* **19**: 598-604.
- Murawski, Steven A., Susan E. Wigley, Michael J. Fogarty, Paul J. Rago, and David G. Mountain, 2005. Effort Distribution and Catch Patterns Adjacent to Temperate MPAs. *ICES Journal of Marine Science* **62**: 1150–67.
- Ortega-García S. y Lluch-Cota S, 1996. Distribución de la abundancia de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y su relación con la concentración de pigmentos fotosintéticos medidos por satélite en aguas al sur de México. *Investigaciones Geográficas Boletín*, num. especial 4.
- Reyes Bonilla, H, JT Ketchum Mejía, AL Cupul Magaña y PA Álvarez del Castillo Cárdenas, 2014. *Evaluación de la capacidad de carga para buceo en la Reserva de la Biosfera Archipiélago Revillagigedo*. Informe Final para la Dirección de la Reserva. CONANP, La Paz, BCS. 83p.
- Schaefer, KM, DW Fuller y G Aldana, 2014. Movements, behavior and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in waters surrounding the Revillagigedo Islands Archipelago Biosphere Reserve, Mexico. *Fisheries Oceanography* **23**: 65- 82.

- Stelzenmüller, V., Maynou, F., Bernard, G., Cadiou, G., Camilleri, M., Crec'hriou, R., ... & Lenfant, P., 2008. Spatial assessment of fishing effort around European marine reserves: implications for successful fisheries management. *Marine Pollution Bulletin* **56**: 2018-2026.
- Kurt M. Schaefer, Daniel W. Fuller y Gabriel Aldana 2014. Movements, behavior, and habitat utilization of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) in waters surrounding the Revillagigedo Islands Archipelago Biosphere Reserve, Mexico. Fisheries Oceanography, John Wiley & Sons Ltd.
- Chaigneau, A., G. Eldin, and B. Dewitte 2009. Eddy activity in the four major upwelling systems from satellite altimetry (1992 - 2007), prog. Oceanogr., 83, 117 - 123, doi:10.1016/j.pocean.2009.07.012.
- Contreras F.C. 2016. Efectos de la energía cinética y potencial sobre la distribución de larvas de peces mesopelágicas en el sur del Golfo de California. Tesis para obtener el grado de doctorado en Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional- Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas.
- Fiedler P.C. y M.F. Lavín 2016. Oceanographic Conditions of the Eastern Tropical Pacific. En Glynn P.W., D.P. Manzello, I.C. Enochs Edts Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific. Persisting and loss in a dynamic environment. Springer Series. DOI 10.1007/978-94-017-7499-4.
- Fiedler P.C. y L.D. Talley. 2006. Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review. Progress in Oceanography 69 (2006) 143–180.
- Glynn, P.W. J.J. Alvarado, S. Banks, J. Cortés, J.S. Feingold, C. Jiménez, J.E. Maragos, P. Martínez, J.L. Maté, D.A. Moanga, S.Navarrete, H. Reyes-Bonilla, B. Riegl, F. Rivera, B. Vargas-Ángel, E.A. Wieters, y F.A. Zapata. 2016. Eastern Pacific Coral Reef Provinces, Coral Community Structure and Composition: An Overview . En: Glynn P.W., D.P. Manzello, I.C. Enochs Edts Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific. Persisting and loss in a dynamic environment. Springer Series. DOI 10.1007/978-94-017-7499-4.
- Kessler.W.S. 2006. The circulation of the Eastern Tropical Pacific: a review. NOAA/ Pacific Marine Environmental Laboratory, Seattle, Washington. Prog. Oceanogr., 181- 217, 2006.
- Kurczyn, J. A., E. Beier, M. F. Lavín, and A. Chaigneau (2012), Mesoscale eddies in the northeastern Pacific tropicalsubtropical transition zone: Statistical characterization from satellite altimetry, J. Geophys. Res., 117, C10021, doi:10.1029/2012JC007970.
- Leon-Chavez, C. A., E. Beier, L. Sanchez-Velasco, E. D. Barton, and V. M. Godinez. 2015. Role of circulation scales and water mass distributions on larval fish habitats in the Eastern Tropical Pacific off Mexico, J. Geophys. Res. Oceans, 120, 3987 - 4002, doi:10.1002/2014JC010289.
- Lessios H.A. and I.B. Baums 2016. Gene Flow in Coral Reef Organisms of the Tropical Eastern Pacific. En: Glynn P.W., D.P. Manzello, I.C. Enochs Edts Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific. Persisting and loss in a dynamic environment. Springer Series. DOI 10.1007/978-94-017-7499-4.

- National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA. 2017. Historical hurricane tracks. <http://www.csc.noaa.gov/hurricanes/#>.
- National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA. 2015. Background information: East Pacific hurricane season. Climate Prediction Center Internet Team. http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/Epac_hurr/background_information.html.
- Spalding, M.D., H.E. Fox, G.R. Allen, N. Davidson, Z.A. Ferdaña, M. Finlayson, B.S. Halpern, M.A. Jorge, A. Lombana, S.A. Lourie, K.D. Martin, E. McManus, J. Molnar, C.A. Recchia y J. Robertson. 2007. Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. July/August 2007 / Vol. 57 No. 7. BioScience. doi:10.1641/B570707
- Wilkinson, T., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan y M. Padilla. 2009. Ecorregiones Marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal. 200 pp.
- Aburto- Oropeza O., E. Ballesteros, E. Ezcurra, A. Friedlander, B. Henning, M. Hoyos, A.F. Johnson, I. Mascareñas- Osorio, J.S. Mayorga, A. Muñoz, P. Salinas de León, C. Sánchez-Ortiz, C. Thompson, E. Sala. 2016. Archipiélago de Revillagigedo: biodiversidad, amenazas y necesidades de conservación. Informe Técnico. National Geographic Pristine Seas/ Mares Mexicanos.
- Cortés J., I.C. Enochs, J. Sibaja-Cordero, L. Hernández, J.J. Alvarado, O. Breedy, J.A. Cruz-Barraza, O. Esquivel-Garrote, C. Fernández-García, A. Hermosillo, K.L. Kaiser, P. Medina-Rosas, A. Morales-Ramírez, C. Pacheco, A. Pérez-Matus, H. Reyes-Bonilla, R. Riosmena-Rodríguez, C. Sánchez-Noguera, E.A. Wieters, y F.A. Zapata. 2016. Marine Biodiversity of Eastern Tropical Pacific Coral Reefs. En: Glynn P.W., D.P. Manzello, I.C. Enochs Edts Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific. Persisting and loss in a dynamic environment. Springer Series. DOI 10.1007/978-94-017-7499-4.
- Del Moral-Flores, L.F., J.M. Gracian-Negrete, A.F. Guzmán-Camacho. 2016. Peces del Archipiélago de las Islas Revillagigedo: una actualización sistemática y biogeográfica. BIOCYT Biología, Ciencia y Tecnología, 9(34): 596-619, 2016 (abril-junio). <http://www.iztacala.unam.mx/biocyt/volumenes/volumen%209/biocyt9%20596-619.pdf>
- Glynn, P.W. J.J. Alvarado, S. Banks, J. Cortés, J.S. Feingold, C. Jiménez, J.E. Maragos, P. Martínez, J.L. Maté, D.A. Moanga, S.Navarrete, H. Reyes-Bonilla, B. Riegl, F. Rivera, B. Vargas-Ángel, E.A. Wieters, y F.A. Zapata. 2016. Eastern Pacific Coral Reef Provinces, Coral Community Structure and Composition: An Overview . En: Glynn P.W., D.P. Manzello, I.C. Enochs Edts Coral Reefs of the Eastern Tropical Pacific. Persisting and loss in a dynamic environment. Springer Series. DOI 10.1007/978-94-017-7499-4.

Mapas:

- 1. Superficie**
- 2. Batimetría**
- 3. Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad**
- 4. Impacto global acumulado**
- 5. Salinidad anual de la superficie (1995-2012)**
- 6. Temperatura anual de la superficie (1995-2012)**
- 7. Regiones marinas prioritarias de México**