



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LA INTERACCIÓN ENTRE
LOS MAMÍFEROS MARINOS DEL PACÍFICO MEXICANO
CON LAS ESPECIES QUE CONFORMAN SU DIETA
Y CON LAS PESQUERÍAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

TANIA BENAVIDEZ GÓMEZ

Director: Dr. Luis Medrano González



México, DF.

2016.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**A mis más grandes maestros
Edith, Fernando, Nando**

A tu memoria Quetita

*Animals living in the water, specially
the sea waters, are protected from
the destruction of their species by Man.
Their multiplication is so rapid and their
means of evading pursuit or traps are so
great that there is no likelihood of his
being able to destroy the entire species
of any of these animals.*

Jean Baptiste Lamarck

Agradecimientos

Al Dr. Luis Medrano González por su confianza y apoyo para que entrara al laboratorio, gracias Luis, me abriste las puertas al fascinante mundo de los mamíferos marinos. Gracias por aceptar dirigir esta tesis, por tus enseñanzas, por tu sapiencia, por tus consejos, por tu crítica, por siempre buscar

A mis compañeros del laboratorio de Mastozoología Marina (FC-UNAM): al futuro biólogo Vicente N. Vargas Navidad por facilitarme gran cantidad de material, en especial la base de datos de alimentación que fue fundamental para la realización trabajo, gracias Vicente por tu compañerismo. Al Dr. Hiram Rosales Nanduca y a la M. en C. Verónica A. Arellano Peralta por las imágenes, datos y gráficas que me proporcionaron.

Al M. en C. Héctor S. Espinosa Pérez de la Colección Nacional de Peces del Instituto de Biología de la UNAM, a la M. en C. Zoila G. Castillo Rodríguez del laboratorio de Ecología y Biodiversidad Acuática, al Dr. Brian Urbano Alonso del Laboratorio de Malacología y a la Dra. Margarita Hermoso Salazar del Laboratorio de Invertebrados Macrobénticos, todos ellos del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM, por ayudarme a resolver los problemas de identidad y distribución de las especies presa.

A los doctores Adolfo Gracia Gasca, Enrique Martínez Meyer, Juan Pablo Gallo Reynoso y José Jaime Zúñiga Vega por sus valiosos comentarios que enriquecieron este trabajo. A la M. en C. Zoila G. Castillo por tomarse el tiempo de leer esta tesis.

A mi alma mater, la Universidad Nacional Autónoma de México, que me permitió entrar a sus aulas desde la preparatoria y que desde entonces me ha procurado una educación integral, siempre crítica y propositiva y porque hoy me da la oportunidad de ser una profesionista capaz, con valores, y comprometida con mi país. Porque la UNAM me llenado de satisfacciones tanto académicas como deportivas, porque me ha brindado la oportunidad de conocer gente muy valiosa a la que tanto admiro y que hoy me rodea. Porque la UNAM me ha dejado portar sus colores y representarla, porque me ha erizado la piel y ensanchado el pecho vitorear el ¡Goya! y siempre decir ORGULLOSAMENTE UNAM.

A mis papás, por todo, por el apoyo incondicional, por siempre estar ahí para mí y para Nando, por ser ejemplo, por ser los mejores maestros que he tenido, por estimularme siempre a ser mejor e inculcarme esa cultura del máximo esfuerzo, por enseñarme a aspirar alto y a trabajar por ello, por enseñarme a no claudicar, por hacer que me sienta orgullosa de lo que son y de lo que soy, porque me enseñaron que las cosas más bellas de la vida no tienen precio, pero sí valor, porque me siento orgullosa de mis raíces, porque me enseñaron que siempre se le puede brindar la mano a un amigo. Gracias por mil cosas más, porque los veo llenos de cualidades y porque las palabras jamás alcanzarían...

A Nando, por ser un gran hermano, por ser cómplice, por los juegos y lo mucho que me enseñas y me cuidas a pesar de que eres el cachorro.

A mi abue, Quetita, porque en gran medida te debo lo que soy.

A Jorge, por el amor, por los años, por los momentos, por la paciencia, porque hemos crecido juntos, porque haces que sienta firme donde piso, por mil cosas. Te amo.

A mi maina, Beto y Dany.

Porque los amigos son la familia que se elige:

Gracias Nayeli, Ro linx, Jedgar, Brenda y Paquito, porque durante nuestro paso por la facultad ustedes fueron sinónimo de alegrías y apoyo incondicional. A mis compadres del laboratorio.

Andrea y Toño, por compartir horas amenas con las bases de datos y largos desayunos, por enseñarme tantas cosas de los mamíferos marinos y compartir la fascinación por ellos. Andrea, gracias porque en poco tiempo nos volvimos hermanas, inseparables, porque significas risas, alegrías y apoyo, porque eres cómplice, porque juntas hacemos temblar Guerrero, porque eres pañuelo ante las adversidades, porque eres estímulo para continuar. Gracias china.

A ADN: Lalo (mi hermano), Andrea, Claudia, Toño, Benja, Roger por invitarme a esta aventura, porque comparten nuestra pasión por la divulgación (y de paso, por el mar), por lo mucho que les aprendo, porque sueñan con un mundo en donde la ciencia es accesible a todos, porque difunden la importancia de nuestra profesión.

A Deb y César, que aparecieron al final de la tesis y se volvieron muy importantes. Por esas largas charlas y por sus valiosos comentarios.

A mi familia buza, Liz, Lalo, Roger, Oli, Citla, porque a todos los admiro profundamente. Por compartir conmigo el amor por el mar de una manera diferente.

CONTENIDO

1. RESUMEN Y ABSTRACT	2
2. ANTECEDENTES	4
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. OBJETIVOS	11
4.1.1. Objetivo general	11
4.1.2. Objetivos particulares	11
5. MAMÍFEROS MARINOS DEL PACÍFICO MEXICANO: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL CONSUMO DE PRESAS	12
5.1. Características del Pacífico mexicano	12
5.1.1. Pacífico nororiental	14
5.1.2. Golfo de California	14
5.1.3. Pacífico tropical	16
5.2. La mastofauna marina del Pacífico mexicano	17
5.3. Materiales y métodos	20
5.4. Resultados y discusión	26
5.5. Conclusiones	47
6. INTERACCIÓN DE LOS MAMÍFEROS MARINOS CON LAS PESQUERÍAS DEL PACÍFICO MEXICANO	49
6.1. Tipos de pesquerías y las Pesquerías en el Pacífico mexicano	49
6.2. Las pesquerías y su relación con los mamíferos marinos	51
6.3. Materiales y método	53
6.4. Resultados y discusión	58
7. COMENTARIOS FINALES	72
8. REFERENCIAS	75
9. APÉNDICES	90

1. RESUMEN

Se realizó una revisión bibliográfica de la dieta de 35 especies de cetáceos y 4 pinnípedos del Pacífico mexicano. Se detectaron 347 especies o taxa presa de las cuales hay 226 peces, 66 cefalópodos, 28 mamíferos, 23 crustáceos, dos tortugas y dos tunicados. Los peces son un componente importante en la dieta de todos los grupos y los cefalópodos para casi todos, excepto en los mysticetos en quienes la diversidad de crustáceos es alta. Existen importantes diferencias intergrupales y diferentes niveles tróficos aún cuando sus dietas se traslapan. Los delfines presentan mayor diversidad de presas. Se caracterizó la distribución geográfica de la alimentación combinando sus distribuciones modeladas por nicho ecológico con las de sus especies presa; por cada especie de mamífero se hizo un mapa que combina su valor de ocurrencia con el de sus presas agrupadas en clases. Se elaboraron mapas sintéticos por grupo de mamíferos y por tipo de presa, además de un mapa general de la alimentación de estos animales en el Pacífico mexicano. Se observa regionalización en el consumo de presas asociado a factores ambientales como batimetría, temperatura y productividad primaria. El Mar de Cortés y el sur de la costa pacífica de la Península de Baja California son regionalmente importantes para la alimentación de los mamíferos marinos dada la abundancia y diversidad de sus presas.

Se caracterizó la distribución geográfica de las interacciones potenciales entre las pesquerías que se desarrollan en el Pacífico mexicano y los mamíferos marinos de la zona. Se elaboraron mapas sintéticos de estas interacciones de acuerdo al tipo de pesquería (camarón, cefalópodos, pelágicos menores, peces cartilaginosos y escama) distinguiendo entre interacciones competitivas y operativas. Las interacciones potenciales ocurren en todas las costas aunque son mayores en la costa pacífica de Baja California Sur y el Golfo de California. Comparadas a las interacciones competitivas, las interacciones operativas están más restringidas a la costa. Con datos oficiales del volumen de captura en peso vivo se modeló la distribución geográfica de la actividad pesquera en el Pacífico mexicano y, en conjunto con la distribución de los mamíferos marinos, se estimó la distribución geográfica de las interacciones entre ellos. Todas las pesquerías son un continuo en el litoral, su máxima actividad ocurre en el centro y sur del Golfo de California y las costas de Nayarit, Jalisco y Michoacán. La interacción entre los mamíferos marinos y las pesquerías ocurre de manera similar a como se desarrolla la actividad pesquera sobreponiéndose con zonas de tránsito, crianza y alimentación de los mamíferos marinos.

ABSTRACT

A bibliographic review was made on the diet of 35 cetacean and four pinniped species in the Mexican Pacific Ocean. A total of 347 prey species or taxa were registered, of which 226 are fishes, 66 are cephalopods, 28 are mammals, 23 are crustaceans, two are turtles and two are tunicates. Fishes are an important dietary component for all groups whereas cephalopods were important with exception of baleen whales for which crustacean diversity in food items is high. There are significant intergroup differences and different trophic levels even though their diets overlap. Dolphins exhibited the greater diversity of prey species. The geographic distribution of marine mammal feeding was characterized combining their ecological niche model distributions with those of their preys; for every mammal species we made a map that combines its occurrence with that of their prey clustered in classes. Synthetic maps for mammal groups, prey classes and a general feeding map were. Regionalization was observed in the consumption of preys associated with environmental factors such as bathymetry, temperature and primary productivity. The Cortez Sea and the southern Pacific coast of Baja California are regionally important for feeding, given the abundance and diversity of their preys.

The geographic distribution of potential interactions between marine mammals and the Mexican Pacific fisheries was characterized. Synthetic maps were developed for each fishery in interaction with marine mammals (shrimp, cephalopods, small pelagic fish, cartilaginous fish and fin fish) with distinction of competitive and operational interactions. Potential interactions occur at all coasts although they are higher on the Pacific coast of Baja California and the Gulf of California. Compared with competitive interactions, operational interactions between mammals and fisheries appeared closer to the coasts. With official data on the fisheries' live weight catches, geographic distribution of fishing activity in the Mexican Pacific was modeled and, together with the distribution of marine mammals, the geographic distribution of actual interactions between marine mammals and fisheries was estimated. All fisheries appeared continuous along the coasts with peak activity occurring in the central and southern Gulf of California and the coast of Nayarit, Jalisco and Michoacán. The interaction between marine mammals and fisheries occurs similarly to fishing areas, overlapping with transit, breeding and feeding of marine mammals.

2. ANTECEDENTES

En nuestro país el estudio de los mamíferos marinos ha crecido a lo largo de las últimas cuatro décadas desarrollando distintos tópicos. En materia de alimentación existen gran cantidad de trabajos de tesis, reportes y artículos que han aportado al conocimiento de la composición de la dieta por medio de distintos métodos como observación directa (Gendron y Urbán-Ramírez, 1993; Sánchez-Pacheco *et al.*, 2001), análisis de excretas (Bautista-Vega 2000, 2002; Porras-Peters 2004), contenido estomacal (Pérez-Cortés *et al.*, 1996), ácidos grasos (Nolasco, 2003; Rueda, 2007; Traconis, 2010; López-Montalvo, 2012), isótopos estables (Gendron *et al.*, 2001; Jaume-Schinkel, 2004; Busquets-Vass, 2008; Porras-Peters *et al.*, 2008; López-Montalvo, 2012; Elorriaga-Verplancken, 2013) y recientemente la escatología molecular (Jimenez-Pinedo, 2010; Guerrero de la Rosa, 2014). Muchos de estos trabajos han hecho notar la relación que guardan los mamíferos marinos con la abundancia y distribución de las presas dada la temporalidad y/o los factores ambientales (García Rodríguez, 1999; Gendron, 1990; Gendron y Urbán-Ramírez, 1993; Porras-Peters *et al.*, 2008). Sin embargo, son escasos los trabajos en los que se realiza un análisis integrativo de la alimentación de los mamíferos marinos a niveles de meso y macroescala así como las implicaciones ecológicas que generan. Rosales-Nanduca (2008) realizó una revisión bibliográfica de las presas de los mamíferos marinos del Pacífico mexicano, identificó un total de 183 presas que incluyen peces, cefalópodos, crustáceos, tortugas y mamíferos marinos y planteó que el alimento es una de las variables más importantes que ha modelado la composición de las comunidades de los mamíferos marinos en el Pacífico mexicano.

A nivel mundial existen trabajos que han estudiado formalmente la relación que guarda la distribución de los mamíferos marinos con los factores ambientales y la abundancia de presas, un ejemplo de ello es el de Springer *et al.* (1999) quienes determinaron que la acumulación de biomasa, especialmente zooplancton,

ocasionada por los giros subárticos determina la distribución de grandes ballenas y que la presencia de estos giros también parece determinar la presencia de teutófagos como las marsopas de Dall (*Phocoenoides dalli*), y cachalotes machos (*P. macrocephalus*) debido a la agregación de presas potenciales para calamares (jureles, parpadas y mictófidos) que se generan por dichos giros. Por su parte, Pompa-Mansilla (2011) observó que aquellas regiones especialmente ricas en especies marinas se encuentran a lo largo de las costas de Norte y Sudamérica, África, Asia y Australia, patrones relacionados con corrientes oceánicas y sus dinámicas, especialmente con el flujo de nutrimentos asociados a surgencias. Croll *et al.* (1998) demostraron que existe una relación entre la distribución de la ballena azul (*Balaenoptera musculus*), la temperatura superficial del mar y las concentraciones de eufáusidos presa a diferentes escalas espaciales en las Islas del Canal (Channel Islands) en California; la distribución espacial de la ballena azul estuvo correlacionada con regiones de alta retrodispersión acústica y la profundidad de sus buceos se relaciona con la profundidad a la que se distribuye el krill.

Hasta hace unos años, la poca información científica de algunas especies se limitaba a reportes eventuales de avistamientos. Pese al desarrollo tecnológico y a los grandes esfuerzos internacionales para el conocimiento de los mamíferos marinos, la biología básica de muchas especies aún es escasa; parte fundamental de ese conocimiento son los patrones de distribución geográfica. En los últimos años se han desarrollado modelos que caracterizan el nicho ecológico de las especies y proyectan el modelo a un espacio geográfico, lo cual permite identificar áreas potenciales de distribución de las especies (Sánchez-Cordero *et al.*, 2001). Las áreas de distribución potencial de dichos modelos son predichas a partir de un conjunto de variables que permiten evaluar a las especies no sólo de manera geográfica sino ecológica ya que están basados en el concepto de nicho fundamental (Hutchinson, 1957; Nakazawa *et al.*, 2004).

Existen varios métodos que modelan la distribución de las especies con base en su nicho ecológico, entre ellos el Algoritmo Genético para la producción de

Conjunto de Reglas (GARP, por sus siglas en Inglés, Stockwell y Peters, 1999), MaxEnt (Phillios *et al.*, 2004), BIOCLIM (Nix, 1986), GAM's (modelos aditivos generalizado) y GLM's (Modelos lineales generalizados) (Guisan *et al.* 2002), entre otros. Sin embargo, la aplicación de estos métodos para los mamíferos marinos es un tópico poco explorado.

Kaschner *et al.* (2006) desarrollaron un modelo de nicho ecológico para mapear las distribuciones globales de 115 cetáceos y especies de pinnípedos utilizando el conocimiento de expertos sobre el uso del hábitat. Dichos modelos son construídos a partir de estimados de tolerancia ambiental de una especie determinada respecto a la profundidad, temperatura, salinidad, productividad primaria y su asociación a áreas costeras o hielos marinos. Como otros modelos de nicho ecológico, AquaMaps predice la ocurrencia relativa de una especie en un espacio geográfico mediante la relación entre la presencia conocida de la especie y los parámetros ambientales seleccionados en el espacio ecológico. A diferencia de otros modelos, AquaMaps compensa los huecos o lagunas de los datos disponibles de la especie con información adicional proveniente de las bases de datos en línea 'FishBase' y OBIS/GBIF, además de someterlos a una revisión con expertos para reducir estos efectos.

En trabajos a menor escala destacan el Espinoza-Martínez (2013) quien identificó patrones de riqueza para los mamíferos marinos del Atlántico Norte. Peralta-Pérez (2008) quien desarrolló modelos de 18 especies de cetáceos de la Zona Económica Exclusiva del Pacífico mexicano y el de Salazar-Bernal (2008) quien modeló la distribución potencial de la orca (*Orcinus orca*), orca falsa (*Pseudorca crassidens*) y delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) en el Pacífico Oriental Tropical (POT) y Golfo de México (GM), ambos, determinando las variables oceanográficas que influyen en esta distribución.

Sin duda, una comprensión mínima en la biología de las especies es el primer paso para fines de conservación. Actualmente los mamíferos marinos representan mucha de la preocupación global por la conservación de la biosfera.

Después de la intensa cacería a la que se vieron sometidas la mayoría de la especies de mamíferos marinos durante los siglos XIX y XX, muchas de las poblaciones se están recuperando debido a la acción de científicos y conservacionistas, no obstante, estos animales siguen expuestos a diversas amenazas antropogénicas.

La interacción directa con las pesquerías es una de las amenazas antropogénicas que ejercen mayor presión sobre los mamíferos marinos (Norris y McFarland, 1958; Crespo et al., 1997; Northridge, 1985, Northridge 1991, 2002). Si bien es cierto que las interacciones de mamíferos marinos con las pesquerías ha ocurrido por siglos, también es cierto que se han incrementado en intensidad y frecuencia en las últimas décadas (De Master *et al.*, 2001). En 1970 se reconoció que la captura incidental es un factor limitante o de reducción de las poblaciones de mamíferos marinos (Mitchell, 1975; Hofman, 1995; Lee, 2005, 2008). De acuerdo con Perrin *et al.* (1994), un parteaguas para este reconocimiento fue el Simposio de 1990 y el Taller sobre la mortalidad de los cetáceos en redes de pesca pasivas, ambas convocadas por el Comité Científico de la CBI. Las actas publicadas del simposio incluyeron un resumen de los datos de pesca y captura incidental por región, la pesca y las especies, además de la evaluación por parte de expertos de los "impactos" de la captura incidental en muchas especies de cetáceos y las poblaciones geográficamente definidas (CBI, 1994). El informe del taller contenía una serie de recomendaciones relacionadas con la documentación de la captura incidental, mitigación y monitoreo.

No obstante y pese a su importancia, casi 30 años después, Read *et al.* (2006) declararon que a nivel mundial el número de publicaciones que cuantifican la magnitud de las capturas incidentales de mamíferos marinos es escaso y, por ello, estimaron la captura incidental de estos animales en las pesquerías de E.U.A. entre 1990 y 1999 para posteriormente extrapolarla a escalas mundiales. Dichos autores observaron que en E.U.A. la captura incidental de cetáceos y pinnípedos ocurrió en números similares y que la mayor parte de las capturas para ambos grupos ocurre en pesquerías que utilizan redes agalleras. La captura incidental de mamíferos

marinos a nivel mundial se ubica en los cientos de miles de individuos por lo que es probable que tenga efectos demográficos sobre muchas poblaciones.

Recientemente Reeves (2013) señaló que mientras otros tópicos comienzan a ser mejor documentados y entendidos, la captura incidental permanece como un tema crítico que demanda atención urgente si se quiere prevenir pérdida de diversidad y abundancia en los mamíferos marinos. En su obra actualizó la información sobre la captura incidental de mamíferos marinos con redes de enmalle: en los últimos 20 años al menos el 75% de las especies de odontocetos, el 64% de los mysticetos, el 66% de los pinnípedos, y todos los sirenios y mustélidos marinos se han registrado como captura incidental. También señaló que se mantienen vacíos importantes en la información de las capturas incidentales para todos los grupos en algunas áreas pese a que la información en otras ha mejorado.

Existen una serie de trabajos que evidencian que en México los problemas entre los mamíferos marinos y las pesquerías son tangibles (Zavala-González *et al.*, 1994; Rojas-Bracho y Taylor, 1999; Gallo-Reynoso, 2003; Underwood *et al.*, 2008). Sin duda alguna el caso de vaquita (*P. sinus*) es uno de los más apremiantes actualmente (Jaramillo-Legorreta *et al.*, 2007, CIRVA, 2014). Vaquita es una pequeña marsopa endémica del Alto Golfo de California que, de acuerdo con el Comité Internacional para la Recuperación de Vaquita (CIRVA), en los últimos tres años (2011-2014) su población se ha reducido a la mitad debido a las muertes incidentales en redes de pesca de camarón y peces de escama. Actualmente la especie está seriamente amenazada con menos de 100 individuos y puede extinguirse a menos que se tomen medidas drásticas e inmediatas para su conservación (CIRVA, 2014).

3. JUSTIFICACIÓN

Nuestro país alberga una extraordinaria diversidad de flora y fauna marina siendo la mastofauna parte importante de ésta (Ramírez-Pulido *et al.* 2005). Un máximo de 49 especies de mamíferos marinos que incluyen los órdenes Cetacea, Carnivora y Sirenia se han registrado en los mares mexicanos (Medrano-González, 2006). A pesar de dicha riqueza y de que la investigación sobre estos animales ha experimentado un incremento sostenido desde los años 1970, la información básica de muchas especies aún es deficiente (Aurioles-Gamboa 1993). El conocimiento parcial de la composición de las dietas y la poca precisión en la distribución geográfica de algunas especies son claros ejemplos de ello.

Actualmente, la importancia de conocer la alimentación de los mamíferos marinos radica principalmente en las interacciones que genera con las pesquerías (Northridge, 2002). Dichas interacciones se presentan al sobreponerse las áreas de alimentación de la mastofauna marina con las áreas operativas de los pescadores (Aurioles *et al.*, 2003) dando origen a problemas de distinta índole y siendo algunos apremiantes para la conservación (Northridge, 1991). En el Pacífico mexicano se realizan diferentes tipos de pesca industrial y artesanal que afectan a los mamíferos marinos en forma directa e indirecta (Medrano-González *et al.*, 2008). México es un país en desarrollo y un importante productor pesquero que en la década de los años 1990 adoptó principios de pesca sustentable (SAGARPA, 1997) y el principio precautorio.

Debido a que los problemas que enfrentan los mamíferos marinos no son puramente biológicos, los principios que se utilicen para guiar la conservación y para implementarla requieren la aplicación e integración del conocimiento biológico, económico, sociológico, político e institucional (Groom *et al.*, 2005). Una comprensión mínima de la ecología de las especies constituye el primer paso para

conocer cualquier aspecto de la diversidad biológica y practicar cualquier análisis de vulnerabilidad encaminado a la conservación.

De acuerdo con Arellano Peralta (2010), son escasos aquellos estudios macroecológicos de la mastofauna marina. Esto es, *sensu* Arita y Rodríguez (2001), análisis de asociaciones de especies a gran escala geográfica en los que se examine el reparto de alimento y espacio entre las especies así como sus atributos tales como diversidad taxonómica, diversidad ecológica, área de distribución, densidad poblacional, consumo de energía y reproducción. Esta tesis pretende responder a algunas de esas necesidades modelando la distribución geográfica del consumo de presas de los mamíferos marinos y de la pesca de estas presas. A partir de ello, se identifican regiones que requieren atención por la interacción de mamíferos marinos con las pesquerías que se desarrollan en el Pacífico mexicano.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Determinar la distribución geográfica de la interacción entre los mamíferos marinos que habitan el Pacífico mexicano y su alimento (por grupos: peces, cefalópodos, moluscos, crustáceos, tortugas, otros mamíferos y tunicados) para conocer los riesgos a los que están expuestos por los distintos tipos de pesquerías que se desarrollan en la región.

4.2. Objetivos particulares

- Elaborar un compendio bibliográfico de la alimentación de los mamíferos marinos dentro del Pacífico mexicano.
- Modelar la distribución geográfica de la alimentación de los mamíferos marinos por especie, por grupo y por tipo de presa.
- Modelar la distribución geográfica de las interacciones potenciales competitivas y operacionales entre mamíferos marinos y los distintos tipos de pesquerías que se practican en el Pacífico mexicano.
- Estimar la distribución de la actividad pesquera en el Pacífico mexicano para que, en conjunto con las distribuciones modeladas de la alimentación de los mamíferos marinos, se estime la distribución geográfica de la interacción entre ambos actores y sus implicaciones ecológicas.

5. MAMÍFEROS MARINOS DEL PACÍFICO MEXICANO: DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL CONSUMO DE PRESAS

5.1. Características del Pacífico mexicano

México es un país intertropical con una geografía compleja en la que convergen diferentes climas y áreas biogeográficas. Nuestro país se encuentra rodeado y fuertemente influenciado por el Océano Atlántico centro-occidental y el Pacífico centro-oriental. Particularmente, el Pacífico mexicano posee un litoral de costas escarpadas o angostas y planicies muy inclinadas que se extienden a lo largo de 7828 km (INEGI, 2002); en su parte correspondiente a la Zona Económica Exclusiva abarca más de 2.3 millones de km² en extensión marina, la plataforma continental es angosta, lo que permite grandes profundidades cerca de la costa.

El Pacífico mexicano cuenta con una batimetría sumamente variable, las zonas con profundidad menor a 200 m representan el 6.5% del territorio, las aguas de entre 200 y 500 m de profundidad comprenden cerca del 6% y otro 6% del suelo marino se encuentra entre los 1000 y los 2000. Más del 80% de este territorio alcanza o supera 2000 m y la máxima profundidad del territorio se registra en la fosa de Tehuantepec, frente a las costas de Oaxaca y Chiapas con más de 6000 m (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007).

En el Pacífico mexicano confluyen las placas de Cocos, Norteamericana y del Pacífico. La placa oceánica de Cocos se desplaza en dirección convergente frontal con las placas continentales de Norteamérica y del Caribe. La placa del Pacífico y la norteamericana mantienen un límite transformante que forma una serie de fallas entre las que destacan la Falla de San Andrés, Guaymas, Carmen, Farallón y Pescadero. Las fallas conectan a la placa del Pacífico con la zona del rift y ésta última con la placa de Cocos (Espinoza-Pérez, 2004). Hacia el sur se encuentran las placas Rivera y Cocos; la convergencia de esta última con la placa Norteamericana origina una zona importante subducción (De la Lanza, 1991).

Dentro del Pacífico mexicano se distinguen varios tipos de masas de aguas superficiales. Entre las corrientes más importantes que confluyen destaca la Corriente Mexicana del Pacífico (CMP), de aguas cálidas que circulan en dirección al noroeste por las costas de Chiapas y llega hasta Jalisco. Dicha corriente deriva de la Contracorriente Ecuatorial (CE) la cual se desplaza desde Asia a través del Pacífico central (Espinosa-Pérez, 2004). Además de la CMP, es relevante la Corriente de California (CC) con aguas de tipo subártico provenientes de Alaska que se desplazan hacia el sur hasta la península de Baja California donde gira al oeste. Al converger la CMP y la CC en el Pacífico tropical mexicano forman la Corriente Norecuatorial (CN) (Badan Dragon, 1997).

Distintas regiones a lo largo del Pacífico mexicano tienen alta productividad biológica asociadas a una intensa actividad pesquera. Esto sucede en la costa interior del Golfo de California y la occidental de Baja California como consecuencia del efecto del viento y, en el último caso, también de la CC. Surgencias estacionales se presentan durante invierno y primavera en las costas de Sonora y Sinaloa, frente a Cabo Corrientes en Jalisco y en la zona del Golfo de Tehuantepec como producto de la mezcla vertical generada por los vientos tehuanos de la región. Las mareas más altas de todo el país se encuentran en el Alto Golfo de California, donde alcanzan poco más de 10 m de altura en primavera, en cambio, la marea del Pacífico Tropical se caracteriza por tener una amplitud pequeña a partir de Lázaro Cárdenas, Michoacán, hacia el sur y luego con un incremento hacia el Golfo de Panamá.

Cayos, islas, arrecifes, islotes, bajos y bancos forman parte de los más de 3000 rasgos geomorfológicos que hay en nuestro país. En el Pacífico mexicano la mayor parte de las islas se encuentran en la región noroeste que comprende el Golfo California y la costa oeste de la península de Baja California en donde se han registrado más de 900 islas e islotes. Otro grupo importante de islas se encuentran en la costa de Jalisco y Colima, y frente a ellas se distingue el archipiélago volcánico de Revillagigedo.

De acuerdo con las características de la zona costera y oceánica existen diversas regionalizaciones; las hay geológicas, climáticas, químicas y biológicas. El Pacífico mexicano se divide oceanográficamente en tres grandes regiones: (1) el Golfo de California, (2) el Pacífico Nororiental y (3) el Pacífico Tropical (Figura 1), CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007).

5.1.1. Pacífico nororiental

Corresponde a la costa occidental de la península de Baja California. En esta región fluye la Corriente de California que, en conjunto con el viento que viaja en dirección sureste produce surgencias importantes volviendo a la zona altamente productiva (De la Lanza 2004).

5.1.2. Golfo de California

El Golfo de California o Mar de Cortés es un mar semicerrado de aproximadamente 1500 km de longitud que lo delimitan en su borde oriental las costas de los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit y norte de Jalisco y en su borde occidental las costas de Baja California y Baja California Sur. El límite sur es una línea imaginaria que va desde Cabo San Lucas, Baja California Sur a Cabo Corrientes en el estado de Jalisco.

El Golfo de California destaca por ser una de las regiones más productivas y biodiversas del mundo debido a la combinación de su topografía, latitud y presencia de zonas de surgencias o afloramientos (Ulloa *et al.*, 2006). Las estaciones de invierno y primavera son las más productivas (Ulloa *et al.*, 2006). En distintas revisiones de Álvarez-Borrego (1983), Álvarez-Borrego y Lara-Lara (1991) y Lara-Lara *et al.* (2003) se ha mencionado que la productividad primaria se incrementa de la boca a la región central. La región de Las Grandes Islas es la que presenta los valores máximos de productividad primaria dentro del Golfo (Valdez-Olguín *et al.*,



Figura 1. Regiones marinas de la zona económica exclusiva de México de acuerdo con Medrano González (2006), *New Mexico Museum of Natural History & Science Bulletin* 32: 9-19

1995). En la región central del Golfo de California ocurren procesos de mezcla por mareas y surgencias estacionales (Lara-Lara, 1987).

El Mar de Cortés es de gran importancia para México debido a que su alta productividad y condiciones oceanográficas sustentan una gran biomasa sujeta a explotación comercial, especialmente de peces y camarón. En él reside una importante diversidad de macrofauna, cerca de 6000 especies y subespecies, de las cuales 4854 son invertebrados y 1115 vertebrados. La mayor diversidad está en la parte más sureña del Golfo, con 4095 taxa (69% del total de la diversidad del Golfo), cifra muy semejante a la parte central del Golfo en donde han sido registradas 4025 taxa, lo que equivale al 67% (Brusca *et al.* 2005).

5.1.3. Pacífico tropical

El Pacífico tropical mexicano es una compleja zona de transición que se extiende desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta la frontera con Guatemala. Se caracteriza por una alternancia estacional de aguas cálidas en verano y aguas frías en invierno dada la influencia de la Corriente Costera de Costa Rica (CCCR) y el extremo sur de la CC que durante el invierno lo transforma en un mar subtropical.

El litoral en el Pacífico Tropical posee una plataforma continental estrecha que oscila entre los 10 y 15 km de ancho presentándose la zona de menor amplitud frente a las costas de Oaxaca. La plataforma cae abruptamente a profundidades de entre 2500 a 3000m y es cortada por varios cañones desde Jalisco hasta Oaxaca y por la llamada Trinchera Mesoamericana. La Trinchera Mesoamericana es una importante zona de subducción localizada a 100km mar adentro. Dicha fosa está marcada por numerosos montes submarinos con elevaciones de hasta 1,000 metros sobre el fondo marino al igual que por varias fracturas que pueden alcanzar 4,900 metros de profundidad (INECC, 2014).

En un litoral 4054 km de longitud (Trasviña *et al.* 1999) están presentes una amplia gama de ecosistemas. El Pacífico transicional mexicano alberga una fauna marina tropical muy distinta a aquella que sostienen las corrientes de California y Humboldt como resultado de temperaturas más cálidas. La región también posee importantes playas de anidación para las tortugas caguama (*Caretta caretta*), verde del Pacífico oriental (*Chelonia mydas*), laúd (*Dermochelys coriacea*) y golfina (*Lepidochelys olivacea*) (INECC, 2014).

5.2. La mastofauna marina del Pacífico mexicano

El hecho de que México se encuentre rodeado por distintos mares le confiere niveles de riqueza de especies, diversidad y endemismos comparables con los de su biota continental (Salazar-Vallejo y González, 1993). En aguas mexicanas se han registrado entre 45 y 49 especies de mamíferos marinos que pertenecen a los órdenes Sirenia (manatíes), Carnivora (focas, lobos marinos y nutrias) y Cetacea, (ballenas, delfines, cachalotes, marsopas y zifios) siendo éste último el más diverso con 41 especies (Aguayo-Lobo, 1989; Auriolles-Gamboa, 1993; Medrano-González, 2006; Torres *et al.*, 1995).

De acuerdo con Medrano-González (2006), la mastofauna marina de nuestro país parece haberse conformado por la dispersión, propia de cada especie, en respuesta a cambios ambientales ocasionados por las glaciaciones a través de la homogeneidad del medio pelágico definiendo así mucha de la abundancia, distribución y estructura geográfica actual de las poblaciones. Así, los mamíferos marinos mexicanos se distribuyen en cinco regiones oceanográficas, las que se definen por las CC en el Pacífico Norte (PN), la CCCR en el Pacífico Tropical (PT), Golfo de California (GC), de Yucatán en el Mar Caribe (MC) y del Golfo en el Golfo de México (GM) (Medrano-González, 2006, Figura 1). La mayor riqueza de especies se presenta en el Pacífico Norte (36-39 especies), seguida por el Golfo de California (33-34 especies) (Torres *et al.*, 1995; Medrano-González, 2006).

La mastofauna marina del Pacífico mexicano deriva de la mezcla de especies de origen tropical asociadas a las CN y PM y de aguas frías y templadas asociadas a la CC (Aguayo *et al.*, 1986; Torres *et al.*, 1995; Ceballos *et al.*, 2005; Medrano-González, 2006). Las aguas circundantes al Archipiélago de Revillagigedo son una zona de transición oceánica entre las regiones nororiental y tropical, lo que sugiere que esta zona puede ser de importancia para el intercambio de especies entre ellas (Medrano-González, 2006). El Pacífico Norte y el Golfo de California comparten

entre 30 y 33 especies de mamíferos marinos, lo que indica que existe gran similitud entre ellas (Medrano-Gonzalez, 2006; Arellano-Peralta, 2010).

En el Golfo de California existen poblaciones locales de misticetos (por ejemplo, *Balaenoptera physalus*, Gilmore, 1957; Tershy *et al.*, 1993; Rojas, 1984; Berubé *et al.*, 2002), de pequeños odontocetos entre los que destaca vaquita (*P. sinus*) por ser endémica, de orcas (*O. orca*) y lobos marinos (*Z. californianus*) (Medrano González 2000, 2006). Asimismo se encuentran en baja abundancia especies atípicas de mares semicerrados como el zífido pigmeo (*Mesoplodon peruvianus*), el zífido de Baird (*Berardius bairdii*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*, Gendron, 2000), el cachalote enano (*Kogia sima*), el lobo fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendi*, Gallo-Reynoso *et al.*, 2010) y el elefante marino del norte (*Mirounga angustirostris*, Gallo-Reynoso *et al.*, 2010) (Medrano González 2000, 2006).

De todas las especies del Pacífico mexicano se consideran migratorias la ballena azul (*B. musculus*), la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) ya que son de las que se conoce un movimiento masivo y cíclico de sus poblaciones. Sin embargo, es importante considerar que aunque otras especies no presentan migraciones, se han documentado desplazamientos de individuos más allá de nuestras fronteras, como la ballena franca del Pacífico norte (*Eubalena japonicus*), el cachalote (*P. macrocephalus*, Jaquet *et al.*, 2003) y la orca (*O. orca*, Guerrero-Ruiz, 1997; Guerrero-Ruiz *et al.*, 1998).

Por largo tiempo los mamíferos marinos en México fueron objeto de cacerías intensas que provocaron la disminución y fragmentación de sus poblaciones, ejemplo de ello es la nutria marina (*Enhydra lutris*) que se considera extinta localmente pero que actualmente ha tenido registros de presencia ocasional en la zona debido, probablemente, a su dispersión desde el sur de California (Rodríguez-Jaramillo y Gendron 1996; Gallo-Reynoso y Rathbun 1997; Schram *et al.* 2014). Actualmente el gobierno mexicano, organizaciones no gubernamentales e instancias internacionales realizan esfuerzos en la conservación de los mamíferos marinos en México. Todas las especies de ballenas se encuentran bajo alguna

categoría de protección dentro de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature, IUCN), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001 y la Lista de Especies en Riesgo (DOF, 2002). A pesar de ello, hay especies con riesgo grave de extinción en todas las zonas oceanográficas de nuestro país excepto el Pacífico Tropical (Medrano-González, 2006).

5.3. Materiales y métodos

En colaboración con Vargas-Navidad se realizó una revisión bibliográfica de la dieta de 35 especies de cetáceos y 4 pinnípedos que se distribuyen en el Pacífico mexicano (Tabla 1). Las especies presa provienen de literatura especializada y de inferencias hechas con base la distribución conocida de las presas registradas para poblaciones de mamíferos marinos que se distribuyen en otras zonas del mundo, principalmente del Pacífico Norte y Pacífico Oriental Tropical.

Con base en lo anterior, del sitio <http://www.aquamaps.org/> se obtuvieron mapas de distribución y datos georreferenciados con valor de ocurrencia modelada por su nicho ecológico tanto para las 39 especies de mamíferos marinos examinadas como para las especies que conforman su dieta. Las distribuciones usadas son las conocidas o reportadas en la literatura y no las potenciales de los modelos; esto significa que se minimizan los errores de comisión que contienen los modelos. De algunas especies presa se tenía incertidumbre sobre su identidad y distribución dentro del Pacífico mexicano, para resolverlas se realizaron consultas con especialistas en la Colección Nacional de Peces ubicada en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con la M. en C. Zoila Castillo y en los laboratorios de Malacología y el de Invertebrados Macrobénticos, todos ellos ubicados en el Instituto de Limnología y Ciencias del Mar, UNAM. Asimismo, se consultó literatura especializada, además de las bases de datos Global Biodiversity Information Facility (GBIF), World Register of Marine Species (WoRMS) y FishBase.

Para la especie *Balaenoptera edeni*, el sitio Aquamaps no disponía del modelo de distribución geográfica hasta la fecha de realización de este trabajo (mayo de 2014) y por ello, para este rorcual se utilizó un mapa de distribución geográfica potencial modelado por Peralta Pérez (2008). Dicho modelo se realizó GARP con base en datos de batimetría, temperatura superficial del mar, velocidad escalar del viento, humedad relativa, nubosidad y albedo provenientes de avistamientos del autor y otras publicaciones.

Para determinar la distribución geográfica de la alimentación de los mamíferos marinos, se combinó para cada especie su valor de ocurrencia con el valor de ocurrencia de sus presas agrupadas en clases. No se otorgó algún grado de preferencia del depredador hacia las presas porque se desconoce, si acaso ha sido cuantificado. En el caso de los taxa presa se utilizó el promedio de los valores de ocurrencia disponibles en el sitio Aquamaps de todas aquellas especies pertenecientes al género o la familia que estén circunscritas al Pacífico mexicano. Todos los datos se proyectaron en un mapa base diseñado en el programa SigmaPlot 10.0 que abarca de los 12° a los 34° de latitud norte y de los -92° a -120° de longitud y que está constituido por 1286 celdas de análisis (matriz de 44 x 56) de dimensiones de medio grado. A cada tipo de presa se le asignó un color: azul para peces, morado para cefalópodos, naranja para crustáceos y/o tunicados, verde para tortugas y rojo para mamíferos. Los valores de ocurrencia de cada una de las especies de mamíferos marinos y presas se alinearon en las 1286 celdas geográficas utilizando el programa CELDALIN creado *ex profeso* por L. Medrano González (2013) en el compilador TurboPascal.

Por cada celda geográfica (i) se calculó la probabilidad de interacción que tiene cada mamífero marino con cada una de sus presas en esa celda (i), la cual es el resultado de la multiplicación de sus valores de ocurrencia, m_x y p_y respectivamente. La alimentación total del mamífero en la celda (i) es la suma de las probabilidades de interacción entre el mamífero y las presas por tipo de presa (G), esto es:

$$A_{xGi} = \sum_{yG} (m_x p_y T_{xy})_i$$

En donde A es la alimentación y T_{xy} es el factor de relación trófica, el cual vale 1 cuando la especie es presa de x . El mapa de la distribución de la alimentación total

por especie de mamífero está integrado entonces por la sumatoria de los tipos de presas que la conforman:

$$A_{xi} = \sum_G A_{xGi}$$

El color es un indicativo del tipo de presa (G) mayoritario de la que cada mamífero se alimenta dada la variación de los datos en cada uno de los mamíferos. Se asignó una tonalidad de color a cada tipo de presa, misma que depende de la ocurrencia combinada de mamíferos y tipos de presas con una escala de bajos (probabilidad <0.333), medios (>0.333 y <0.666) y altos (>0.666 a 1.0).

Dado que entre los mamíferos marinos existen diferencias intergrupales en la manera de alimentación, se elaboraron mapas sintéticos por grupo de mamíferos. Para este fin se consideraron los promedios de las probabilidades de ocurrencia (m_i) de todas las especies de mamíferos que conforman un grupo (Mysticeti, Delphinidae, Phocoenidae, Physeteroidea, Ziphiidae, Otariidae y Phocidae) con sus clases de presas (peces, cefalópodos, crustáceos, mamíferos, reptiles y tunicados):

$$A_{gi} = \sum_{xg} A_{xi}$$

Ya que la depredación que se ejerce por tipo de presas difiere entre ellas, también se realizaron mapas sintéticos por tipo de presa que muestran de manera proporcional dónde potencialmente se consume más cierto tipo de presa. Los mapas son el resultado de la suma de las probabilidades de interacción de todas las especies de mamíferos (S_x) que se alimentan de cierto tipo de presa (y_g):

$$A_{Gi} = \sum_{xyG} (m_x p_y T_{xy})_i$$

Se respetaron el código y las tonalidades de color para las presas definidas en mapas anteriores. Las tonalidades de color están dadas respecto a la fracción que representan del total de la depredación. Finalmente, se elaboró un mapa general de la alimentación de los mamíferos marinos del Pacífico mexicano en el que se incluye la suma de las probabilidades de ocurrencia de todas las especies de mamíferos marinos por clases de presa:

$$A_{Gi} = \sum_{xgyG} (m_x p_y T_{xy})_i$$

Tabla 1. Especies de mamíferos marinos que se distribuyen en el Pacífico mexicano y que se incluyeron en este estudio: 35 especies de cetáceos y 4 de pinnípedos.

	Nombre científico	Nombre común	Abreviatura
Mysticeti	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Rorcual de minke o ballena minke	Bacu
	<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorcual tropical	Bbor
	<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual de Bryde, ballena sardinera	Bede
	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	Bmus
	<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común o ballena de aleta	Bphy
	<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	Erob
	<i>Eubalaena japonica</i>	Ballena franca	Ejap
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	Mnov
Delphinidae	<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de rostro largo	Dcap
	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro corto	Ddel
	<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	Fatt
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aletas cortas	Gmac
	<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	Ggri
	<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	Lhos
	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfín de costados blancos del Pacífico	Lobl
	<i>Lissodelphis borealis</i>	Delfín liso del norte	Lbor
	<i>Stenella attenuata</i>	Delfín moteado	Satt
	<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado	Scoe
	<i>Stenella longirostris</i>	Delfín tornillo	Slon
	<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos	Sbre
	<i>Peponocephala electra</i>	Orca pigmea	Pele
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	Pcra
	<i>Orcinus orca</i>	Orca	Oor

	<i>Tursiops truncatus</i>	Tonina	Ttru
Phocoenidae	<i>Phocoena sinus</i>	Vaquita	Psin
	<i>Phocoenoides dalli</i>	Marsopa de Dall	Pdal
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	Kbre
	<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	Ksim
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Pmac
Ziphiidae	<i>Berardius bairdii</i>	Zifio de Baird	Bbai
	<i>Mesoplodon carlhubssi</i>	Zifio de rostro arqueado	Mcar
	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Zifio de Blainville	Mden
	<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Zifio del Perú o zifio tropical	Mper
	<i>Mesoplodon stejnegeri</i>	Zifio de Stejneger	Mste
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	Zcav
Otariidae	<i>Arctocephalus townsendi</i>	Lobo fino de Guadalupe	Atow
	<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino de California	Zcal
Phocidae	<i>Mirounga angustirostris</i>	Elefante marino del norte	Mang
	<i>Phoca vitulina</i>	Foca de puerto	Pvit

5.4 Resultados y discusión

La dieta de los mamíferos marinos del Pacífico mexicano indica una alta diversidad de niveles tróficos en las presas, desde consumidores primarios como el krill hasta depredadores de alto nivel trófico como los mamíferos marinos mismos; algunas especies son generalistas y otras especialistas. Se detectaron un total de 347 especies o taxa presa de mamíferos marinos los cuales cuentan con datos de distribución geográfica y valor de ocurrencia (Apéndice 1). De ellas 226 son peces, 66 cefalópodos, 28 mamíferos, 23 crustáceos, dos reptiles y dos tunicados (Tabla 2).

Existen importantes diferencias intergrupales en la composición de la dieta y por lo tanto, diferentes niveles tróficos aún cuando sus dietas se traslapan (Figura 2). Los peces son un componente importante en la dieta de todos los grupos y los cefalópodos para casi todos, excepto para los misticetos en quienes la diversidad de crustáceos es alta. La alimentación de los delfines contiene mayor número y diversidad de presas (cerca de 220 especies conforman su dieta), mientras que los grupos de los zífidos y cachalotes presentan menor cantidad y variedad siendo principalmente teutófagos.

Para los grupos de marsopas, cachalotes, zífidos y ballenas del Pacífico mexicano la dieta es insuficientemente conocida, especialmente el caso de los últimos dos grupos (Figura 3). Que la alimentación resulte subestimada obedece principalmente a que los estudios sobre este tema dentro del Pacífico mexicano, y en general en el mundo, se han concentrado en unos cuantos individuos, en pocas especies de mamíferos y/o en algunas áreas particulares. Un factor que agudiza dicho problema es la falta de conocimiento en la distribución geográfica de las especies dieta. En el caso particular de los misticetos, mucha de su alimentación no ocurre en el Pacífico mexicano.

Tabla 2. Alimentación de 39 especies de mamíferos marinos por clases de presas, según nuestra compilación bibliográfica.

Especies/taxa presa	Número
Peces	226
Cefalópodos	66
Mamíferos	28
Crustáceos	23
Tortugas	02
Tunicados	02
Total	347

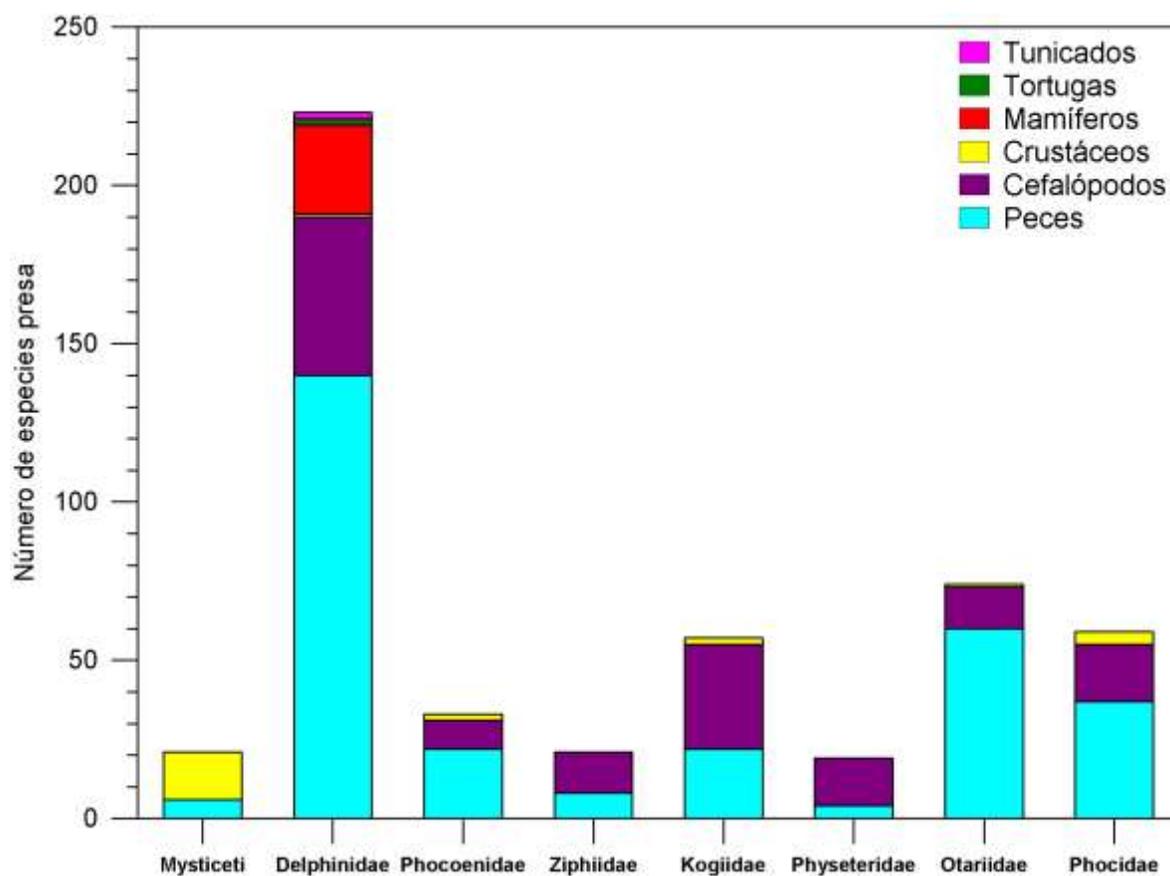


Figura 2. Diversidad de presas consumidas por grupo de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano

El conocimiento que se tiene sobre la dieta de mamíferos marinos proviene de distintos métodos: observaciones directas, análisis de excretas, contenido estomacal e inferencias hechas a través de métodos indirectos como isótopos estables, ácidos grasos o la escatología molecular (ej. Hanson y Defran, 1993; Pauly *et al.*, 1998; Kirsh *et al.*, 2000; Niño-Torres *et al.*, 2006). El análisis de contenido estomacal es uno de los recursos más utilizados pese a que se sabe que la mayoría de estos estudios provienen de muestras parciales, por lo que sólo se conoce una pequeña fracción de la composición de la dieta y/o la composición no está representada a escala mundial (Pauly *et al.*, 1998). Adicionalmente, este método tiende a estar sesgado hacia los cefalópodos ya que sus estructuras duras son más difíciles de digerir en comparación con estructuras blandas de otros animales (Dolar *et al.*, 2003; McLeod *et al.*, 2003; Zepellin *et al.*, 2004). El análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno y el de ácidos grasos en tejidos animales permiten determinar niveles tróficos relativos así como distinguir fuentes primarias diferentes que contribuyen a la red trófica (Díaz-Gamboa, 2003), además aportan información sobre aspectos biológicos como la migración y condición de los animales que son difíciles de estudiar *in situ*, (Herman *et al.*, 2005; Budge *et al.*, 2006). A pesar de ello, en México los estudios realizados con éstas técnicas son escasos (Lopez-Montalvo, 2012).

a) Distribución geográfica de la alimentación por especie.

El rorcual común (*B. physalus*) es un misticeto cosmopolita que denota cierta preferencia por aguas frías y templadas alejadas de la costa. En el Pacífico mexicano sus registros son escasos, con excepción del Golfo de California donde existe una población residente (Gilmore, 1957; Tershy *et al.*, 1993; Rojas, 1984; Berubé *et al.*, 2002).

La alimentación del rorcual común (Figura 5a) sugiere que la mayor probabilidad de interacción con sus presas se presenta en la costa Pacífica de Baja

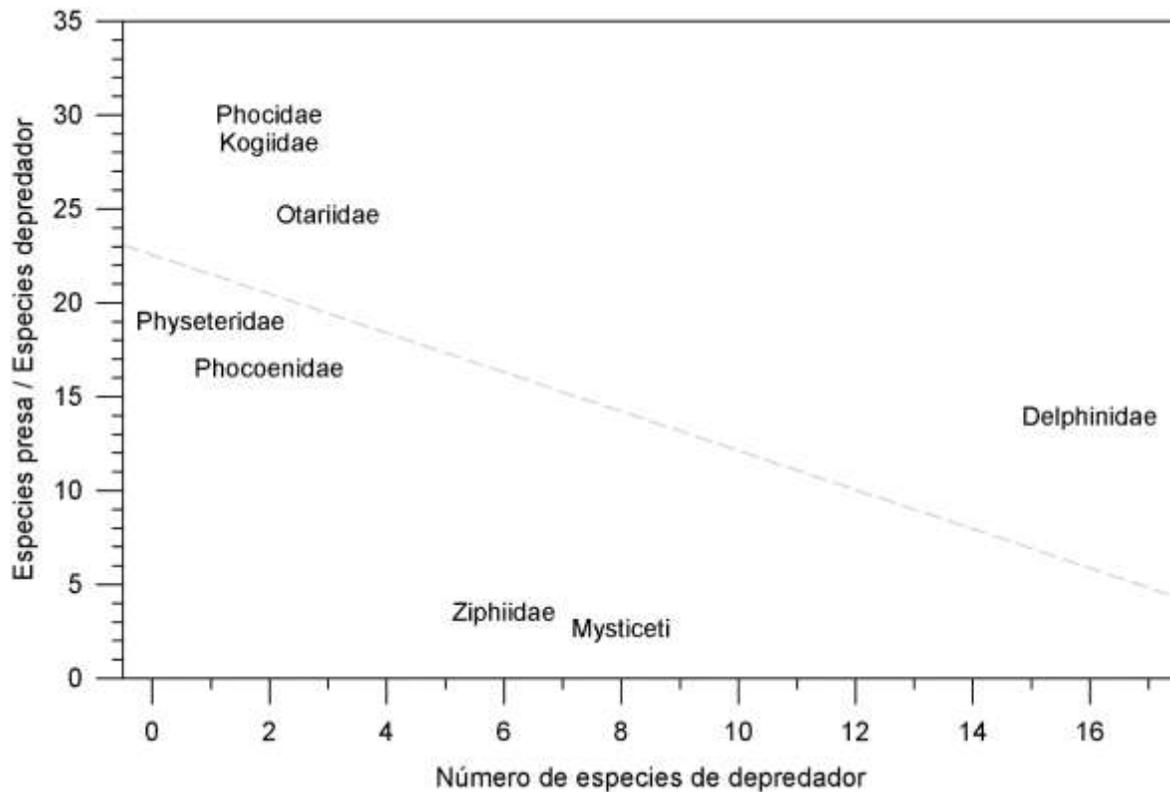


Figura 3. La proporción de especies presa por especie de depredador es un indicador de la no-sobreposición de la dieta entre depredadores de un grupo determinado. Que algunos grupos de depredadores estén muy por debajo de la línea de regresión puede deberse a que su dieta está insuficientemente conocida.

California donde la dieta incluye crustáceos al norte y peces al sur mientras que dentro del Mar de Cortés la alimentación es costera y está constituida por peces.

Algunos autores han señalado que las concentraciones más importantes de la especie dentro del Golfo de California ocurren en la zona costera, guardando estrecha relación con la abundancia y distribución de *Nyctiphanes simplex* (Gendron 1989; Tershy *et al.*, 1992; Ladrón-de-Guevara *et al.*, 2015), especie de eufáusido muy abundante en la región y que constituye una fuente importante de alimento para la especie, al menos al suroeste del mismo (Gendron, 1990; Del Ángel-Rodríguez, 1997; Croll *et al.*, 1998; Ladrón-de-Guevara *et al.*, 2015). Con base en isótopos estables de carbono y nitrógeno se sabe que la dieta del rorcual común incluye durante la temporada cálida organismos de mayor nivel trófico, posiblemente

sardinias, por lo que se ha propuesto que este rorcual hace uso de distintas fuentes de alimento a lo largo del año (Gendron *et al.*, 2001; Jaume-Schinkel, 2004).

Que la distribución de la alimentación caracterizada en este trabajo sea parcialmente inconsistente con lo que se ha documentado probablemente deba su explicación a que el modelo de distribución geográfica de *B. physalus* indica una baja probabilidad de ocurrencia dentro del Golfo de California, es decir, no considera su población residente. Aunado, los datos de la distribución geográfica de los eufáusidos presa que se utilizaron para caracterizar la alimentación, principalmente *N. simplex*, son predominantemente de la costa occidental de la península de Baja California y no incluyen datos dentro del Golfo, lo que sesga considerablemente la alimentación hacia la costa occidental de la península.

Las toninas (*Tursiops truncatus*) se consideran una especie cosmopolita, de hábitos costeros y con mayor ocurrencia en aguas cálido-templadas. En algunas revisiones se le ha descrito como especie de hábitos 'oportunistas', de manera tal que pueden aprovechar las poblaciones locales de presas (Norris y Dohl, 1980; Wells *et al.*, 1980; Delgado, 1997). De acuerdo con este trabajo, su alimentación (Figura 5b) está relacionada con la disponibilidad de sus presas: peces y cefalópodos en la península de Baja California, peces en aguas pelágicas por encima de la corriente norecuatorial y primordialmente crustáceos debajo de ella.

En distintas partes del mundo se ha hecho la distinción de ecotipos 'costero' y 'oceánico' para *T. truncatus* (Walker, 1981; Hersh y Duffield, 1990). Si se consideran dichos ecotipos, puede explicarse de mejor manera mucha de la distribución de las presas que consume en el Pacífico mexicano. Los tursiones oceánicos exhiben hábitos alimentarios diferentes a los que desarrollan los tursiones costeros pues consumen un porcentaje mayor de cefalópodos que los tursiones costeros (Barros *et al.*, 2000). Un alto consumo de calamares se ha relacionado con la tendencia del tursión a asociarse con especies como el calderón de aletas largas (*Globicephala melas*) y el cachalote pigmeo (*K. breviceps*) (Walker *et*

al., 1999), los cuáles son más eficientes en la búsqueda de presas debido a la gran capacidad de buceo de dichas especies (Norris y Dohl, 1980).

La alimentación de las orcas es la más diversa de las 39 especies de mamíferos marinos comprendidas en este estudio, su dieta la conforman 40 especies de diversos grupos taxonómicos siendo los mamíferos marinos el componente principal con 25 especies, el resto está constituido por 11 especies de peces, dos de cefalópodos y dos de tortugas.

El mapa alimentación de la orca (Figura 5c) sugiere que esta especie se alimenta en todo el Pacífico mexicano variando la intensidad y el tipo de presas para cada región, fenómeno que ha sido reportado en otras regiones del mundo (Leatherwood y Reeves, 1983). La mayor probabilidad de interacción entre orcas y presas se asocia a aguas frías y templadas altamente productivas; ocurre desde Ensenada hasta Cabo Corrientes extendiéndose a aguas pelágicas alrededor de la CN en donde la dieta consiste en su mayoría de peces. Al sur de la península y en la boca del Golfo de California, zonas que se caracterizan por su alto grado de riqueza biológica, la dieta es heterogénea. Las especies consumidas en el Golfo de California se encuentran dentro de las presas típicas o ya reportadas para las orcas en otras regiones del mundo, con excepción de la tortuga golfina (*L. olivecea*), de la cual Esquivel *et al.* (1993) documentaron por primera vez (Guerrero-Ruiz, 1997). Frente a la costa noroccidental de la península la depredación de las orcas sobre los mamíferos marinos se asocia con el trayecto migratorio de cetáceos (Baker *et al.*, 1986; Clapham, 2000; Steiger *et al.*, 2008) y la presencia de colonias de lobos marinos y focas (Medellín *et al.*, 2009). Por debajo de la Corriente Norecuatorial la alimentación es menor que en aguas frías y consiste mucho de quelonios. Meraz y Sánchez-Díaz (2008) han asociado el incremento en el número de avistamientos de orcas y otros grandes delfínidos (*P. crassidens* y *F. attenuata*) en las costas de Oaxaca con arribadas importantes de tortugas marinas; estos mismos autores en el año 2000 documentaron la depredación sobre la tortuga laúd (*D. coriacea*). Las costas mexicanas, principalmente del Pacífico tropical, son sitios importantes para la

anidación de casi todas las especies de tortugas marinas, por ello se sugiere que los quelonios son relevantes en la alimentación de las orcas dada su abundancia. El que la probabilidad de interacción entre orcas y sus presas sea mayor por encima de la Corriente Norecuatorial es indicativo de que la transición de masas de agua marca una frontera en la intensidad y composición de su dieta. La temperatura parece ser un factor relevante para la alimentación de las orcas dada la influencia que tiene en la distribución y abundancia de sus presas.

Es importante considerar que a pesar de ser pocos los trabajos formales sobre la distribución de las orcas en México, algunos señalan que la especie se encuentra de manera frecuente en el Golfo de California manteniendo desplazamiento de ciertos individuos hacia la región de California (Guerrero-Ruiz, 1997; Guerrero-Ruiz *et al.*, 1998). No obstante, los modelos de distribución de la especie propuestos por Salazar-Bernal (2005) sugieren que el área potencial es más extensa y cubre de manera casi homogénea la costa del Pacífico, desde Baja California hasta Perú y desde el continente hasta Hawai, por lo que se les puede considerar como parte de una población de límites aún no definidos y sin residencias establecidas. En contraste con los datos de esta autora, el mapa de Aquamaps asigna una baja probabilidad de ocurrencia para la especie en el Pacífico tropical mexicano subestimando así su alimentación en la región. Medrano-González (2014) encontró un patrón de abundancia fragmentada en los avistamientos de orcas que indican que la distribución de esta especie ocurre en zonas de tránsito de otros mamíferos marinos (Figura 4).

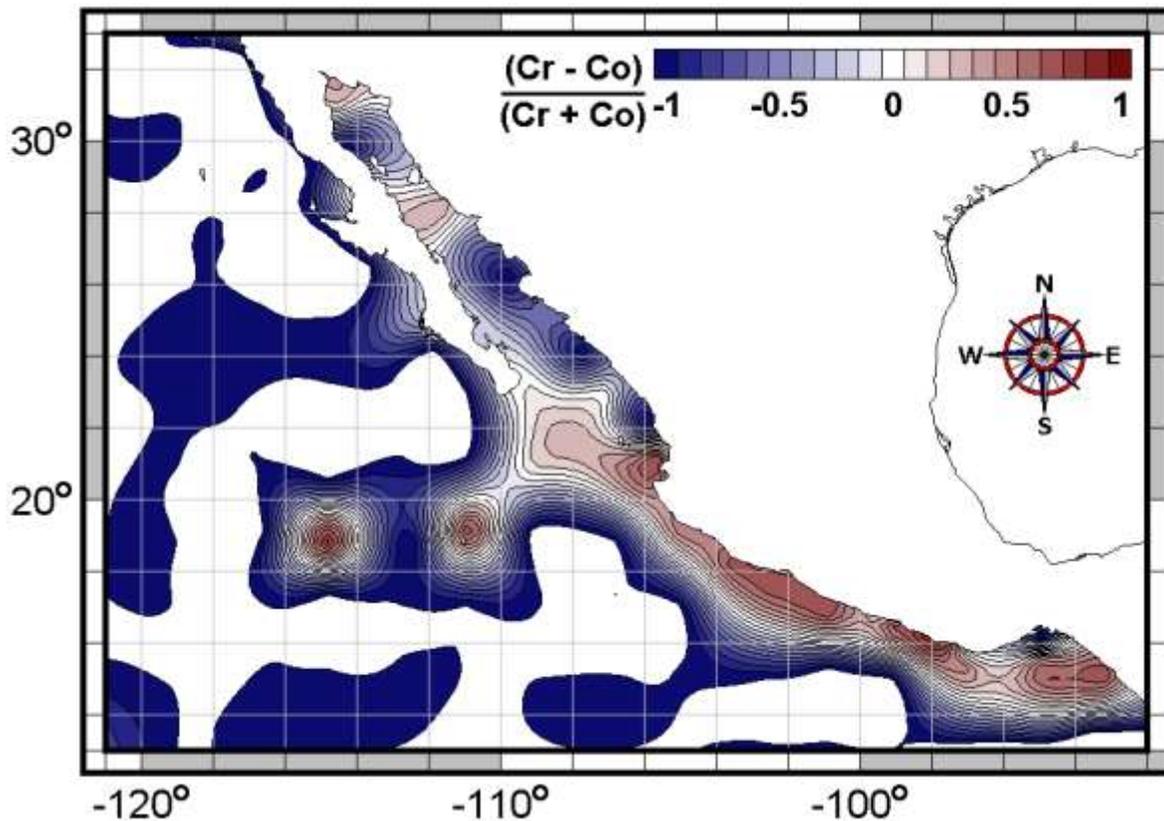


Figura 4. Tránsito entre zonas de alimentación y reproducción de cetáceos. Tomado de Medrano González (2014). *Macroecología de la mastofauna marina del Pacífico mexicano*. XII Congreso Nacional de Mastozoología. Puebla, Pue.

De acuerdo con el mapa de distribución geográfica de la alimentación del zifio de Blainville (*Mesoplodon densirostris*, Figura 5d), esta especie se alimenta casi exclusivamente de cefalópodos en aguas profundas frente a las costas, en especial en la boca del Golfo de California y costa Pacífica de Baja California y de peces en zonas pelágicas alrededor de la corriente Norecuatorial y frente a la Península de Baja California. Los cefalópodos se han descrito como la presa principal de los zífidos, sin embargo, también consumen grandes cantidades de otros invertebrados y peces en aguas profundas (Ross 1979; Mead, 1989; Heyning y Mead, 1996; MacLeod *et al.*, 2003). Al parecer, la dieta de *M. densirostris* puede ser más amplia de lo que los datos existentes sugieren. La mayoría de la información sobre la dieta de *M. densirostris* proviene de contenidos estomacales de

especímenes varados por lo que estos ejemplares pueden no representar de manera fiable la población en general. Que sean los peces quienes presenten mayor probabilidad de interacción puede explicarse a que en la caracterización de la alimentación no se asigna valor de preferencia por algún tipo de presa.

Vaquita (*P. sinus*) es el mamífero marino con la distribución más restringida en el mundo. Se sabe que esta especie se alimenta de manera oportunista en aguas poco profundas del Alto Golfo de California. De acuerdo con su mapa de alimentación, esta especie tiene mayor probabilidad de alimentarse de calamares y peces (Figura 5e).

Z. californianus tiene una distribución muy amplia que abarca desde la Columbia Británica (Canadá) hasta las Islas Marías (México), incluyendo el Golfo de California (Fleischer, 1978; Antonelis y Fiscus, 1980; Aurióles, 1993; Aurióles y Zavala, 1993; Riedman, 1990). Dentro del Pacífico mexicano, el lobo marino es la especie de pinnípedo más abundante y de distribución geográfica más amplia (Aurióles-Gamboa, 2011), estrictamente es el único pinnípedo que habita aguas del Golfo de California (Aurióles-Gamboa *et al.*, 1993).

El mapa de distribución geográfica de la alimentación que se realizó para este otárido (Figura 5f) surge de la combinación de dos mapas previos e independientes que se complementan ya que el modelo de distribución geográfica del lobo marino asigna una baja probabilidad de ocurrencia a la especie dentro del Golfo de California. El primer mapa incluye en su mayoría datos del Golfo mientras que el segundo contempla datos del Pacífico mexicano. En el Golfo de California se observan dos zonas intensas de alimentación, una alrededor de las grandes islas y otra en la región sur. En la costa oceánica de la Península de Baja California la dieta es a base de peces al centro y sur y de cefalópodos al norte. La alimentación es menor en aguas pelágicas. Se sabe que en nuestro país las colonias reproductoras de estos animales se localizan sobre la plataforma continental, con excepción de la colonia de la Isla Guadalupe (Aurióles-Gamboa 2010).

Las mayores concentraciones de lobos marinos en el Golfo de California son el resultado de una alta productividad primaria y una mayor abundancia de presas en el área asociadas a surgencias estacionales (Aguayo, 1989; Auriolles-Gamboa, 1988; Auriolles-Gamboa y Zavala-González, 1994; Lowry *et al.*, 1991; Zavala y Esquivel, 1991). En el Golfo de California la concentración de sus presas habituales (sardina, anchoveta, macarela y merluza) coincide con la abundancia de población: el 82% de la población de lobo marino. Dentro del golfo, se han registrado 29 colonias de lobo marino, de las cuales 13 se consideran reproductoras, la producción de crías del golfo están concentradas en la región norte (de isla San Esteban hacia el norte), lo cual se asocia con la presencia de los grandes cardúmenes de pelágicos menores del golfo (Auriolles-Gamboa y Zavala-González, 1994). Las hembras adultas de *Z. californianus* son altamente filopátricas a las colonias reproductivas (Hernández-Camacho, 2001), además de que exhiben una larga residencia en dichas zonas debido al proceso de amamantamiento por lo que su alimentación se restringe a la región en donde se reproducen, de manera tal que se establecen áreas de alimentación específicas (Sánchez-Arias, 1992; García-Rodríguez y Auriolles-Gamboa, 2004). Lo cual sugiere cierto grado de especialización en el aprovechamiento de los recursos. Schramm-Urrutia (2002) demostró que los lobos marinos de California forman una población frente a la costa pacífica de Baja California y otra en el Golfo de California mientras que Medrano-González (2006) determinó que dentro del Mar de Cortés se dividen en una subpoblación centro-norte y una subpoblación sureña.

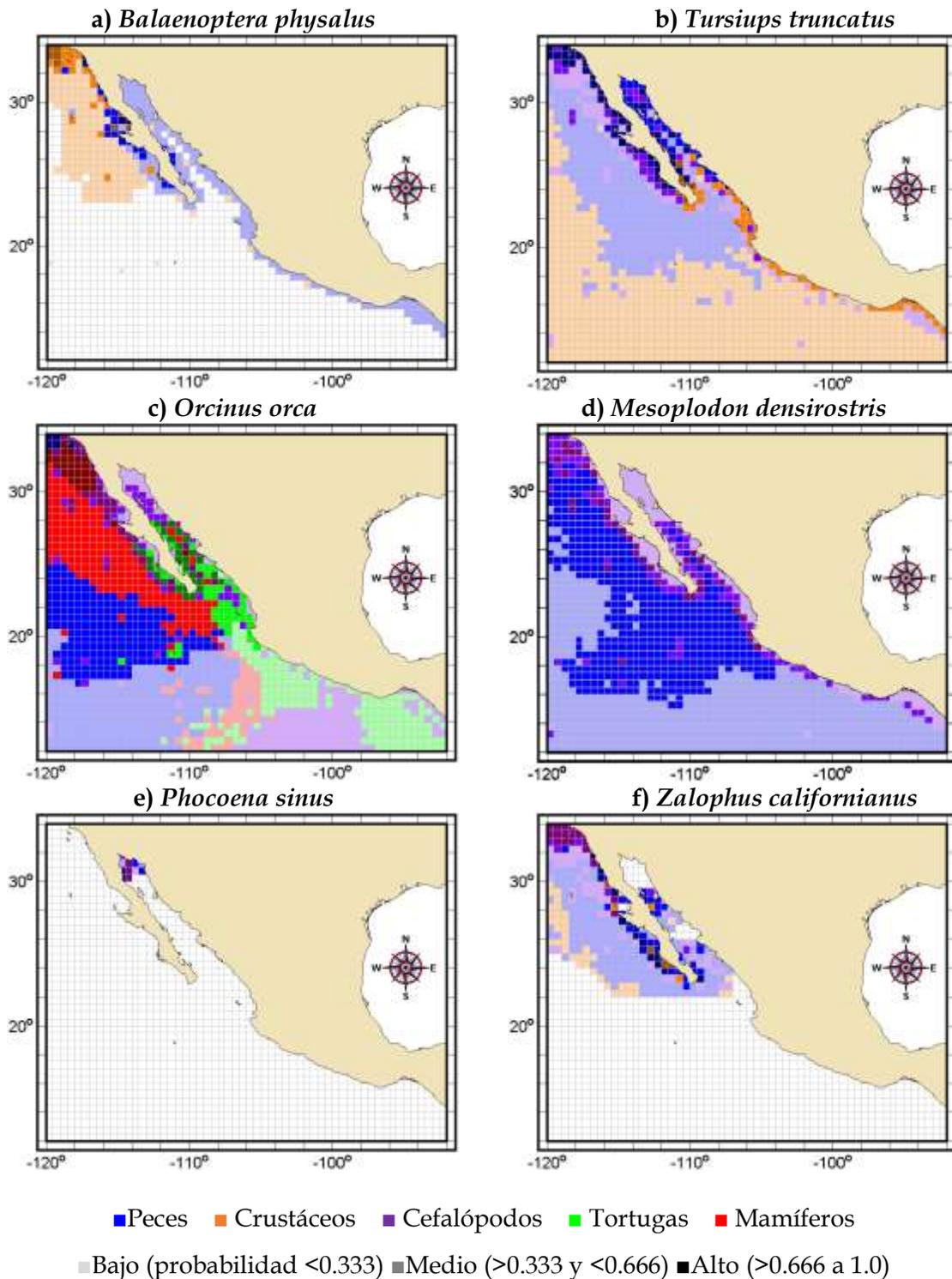


Figura 5. Distribución geográfica de la alimentación de distintas especies de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano. Los colores indican el tipo de presa mayoritario de la que se alimentan dada la variación de los datos en cada especie de mamífero. La tonalidad deriva de la probabilidad de ocurrencia combinada de mamíferos y presas.

b) Distribución geográfica de la alimentación por grupo de mamíferos

De acuerdo con el mapa que caracteriza la alimentación de los misticetos (Figura 6a), esta actividad ocurre principalmente en la costa oceánica de la Península de Baja California donde en su región central la dieta está constituida por peces y en aguas más norteñas por crustáceos. Dentro del Golfo de California, aunque en menor grado, se alimentan principalmente de peces.

Buena parte de las especies de misticetos presenta un ciclo migratorio anual estacional. Por mucho tiempo se pensó que exclusivamente durante el verano los misticetos se alimentan en las productivas aguas de altas latitudes hacia las cuales tienen una marcada filopatria y durante el invierno migran hacia destinos subtropicales, que pueden variar de un año a otro (Rice, 1978; Baker *et al.*, 1986; Gabriele *et al.*, 1996), para parir a sus crías y/o aparearse. En los últimos años se ha documentado que durante el invierno los misticetos pueden alimentarse eventualmente en latitudes bajas y que el grado en que lo hacen varía de acuerdo a localidad y a la disponibilidad de alimento. La productividad primaria y secundaria en la Península de Baja California y el Golfo de California durante el periodo invierno-primavera es particularmente alta para una región subtropical (Álvarez-Borrego, 1993; Ulloa *et al.*, 2006) ofreciendo alimento a los misticetos que circundan estas aguas.

La caracterización de la alimentación potencial para los misticetos comete errores de omisión. En el Alto Golfo de California Tershy *et al.* (1991) encontraron que las ballenas de aleta se alimentan de manera más frecuente de eufáusidos y que las ballenas de Bryde tienen afinidad por sardinas. Algunos misticetos como la ballena azul, la ballena de aleta, el rorcual de Bryde y la ballena jorobada (*M. novaengliae*) se les ha observado desplegando conductas de alimentación en presencia de presas asociadas a su alimentación el sur del Golfo de California (Gendron 1989, 1990; Gendron y Urban, 1993).

En cuanto a la alimentación de los delfines, es la más diversa de todos los grupos de este estudio, incluye cefalópodos, tunicados, peces, tortugas y mamíferos marinos, aunque la mayoría de especies son primariamente ictiófagas. El mapa de distribución geográfica de la alimentación de este grupo (Figura 6b) sugiere que esta actividad abarca toda la costa pacífica mexicana así como aguas pelágicas alrededor de la Corriente Norecuatorial. Dentro de su alimentación existe regionalización en el tipo de presas consumidas, se observa gran variedad de estas en las partes centro y sur del Golfo de California y la costa occidental de Baja California Sur mientras que en aguas pelágicas alrededor de la CN las presas son predominantemente peces y mamíferos y en aguas profundas frente a las costas del Pacífico tropical son cefalópodos. Los delfines explotan una gran cantidad de recursos, no obstante, también son los que presentan mayor grado de competencia intergrupala (figura 3). Posiblemente este factor esté modelando que los delfines ‘busquen’ otras fuentes de alimento que disminuyan la competencia intergrupala y a su vez modelan la gran diversidad de alimentación (Medrano-González, 2006).

En lo que respecta a fiseteroideos y zífidos (Figura 6c y 6d), ambos grupos se alimentan en aguas profundas frente a la costa occidental de la Península de Baja California y la región centro y sur del Golfo de California abarcando hasta Guerrero. Particularmente, el cachalote tiene una dieta teutófaga dentro del Golfo y de peces y cefalópodos en iguales proporciones en el Pacífico Nororiental.

En el Golfo de California la distribución de cachalotes, principalmente hembras e inmaduros, se ha vinculado a la abundancia de calamar gigante (*Dosidicus gigas*), por lo que se ha propuesto que los cachalotes se congregan en áreas de alta abundancia del cefalópodo para su aprovechamiento (Jaquet y Gendron, 2002; Ruiz-Castro, 2002; Ruiz-Cooley *et al.*, 2004; Jaquet *et al.*, 2003; Davis *et al.*, 2007; Guerrero de la Rosa, 2008). Dentro del golfo se han detectado zonas con super-agregaciones de cachalotes alrededor de la Isla San Pedro Mártir y las depresiones de Guaymas y Farallón (Jaquet y Gendron, 2002), mismas que se han relacionado con una alta biomasa de calamar gigante (Nevárez-Martínez *et al.*,

2000). Asimismo se ha demostrado la depredación y el buceo de los cachalotes para la captura de calamar en aguas profundas del Golfo (Gallo-Reynoso *et al.*, 2009).

En otras áreas donde también se distribuye el calamar gigante, este representa una parte importante de la biomasa total de calamares que consumen los cachalotes (hasta 99%; Clarke, 1986; Clarke *et al.*, 1988; Clarke y Paliza, 2001). No obstante, estudios recientes analizando isótopos estables en carbono y nitrógeno revelan que otras especies de cefalópodos podrían ser relevantes en la dieta de los cachalotes en el Golfo de California (Guerrero de la Rosa, 2014).

Probablemente el mapa de alimentación del cachalote sea reflejo de su compleja estructura social. Se sabe que la dieta del cachalote se compone principalmente de cefalópodos meso y batipelágicos (Kawakami 1980) aunque los machos adultos también pueden incluir en su dieta peces demersales y mesopelágicos (Flinn *et al.*, 2002). Los cachalotes presentan una segregación sexual en la que los machos adultos se distribuyen en altas latitudes mientras que los inmaduros prefieren aguas tropicales y templadas (Rice, 1989) formando grupos temporales de dos o más unidades sociales para alimentarse y desplazarse. De acuerdo con Guerrero de la Rosa (2014), dentro del Golfo de California existen diferencias isotópicas de $\delta^{13}\text{C}$ y $\delta^{15}\text{N}$ entre dos grupos muestreados en la parte central del Golfo y en un grupo de San Pedro Mártir (SPM) compuesto únicamente por machos juveniles, lo que sugiere que los cachalotes en el área de SPM se alimentan de organismos que pertenecen a una red trófica local y de una posición trófica similar. La diferenciación en la señal isotópica entre grupos sociales indica que la estructura social puede influir en los hábitos alimentarios.

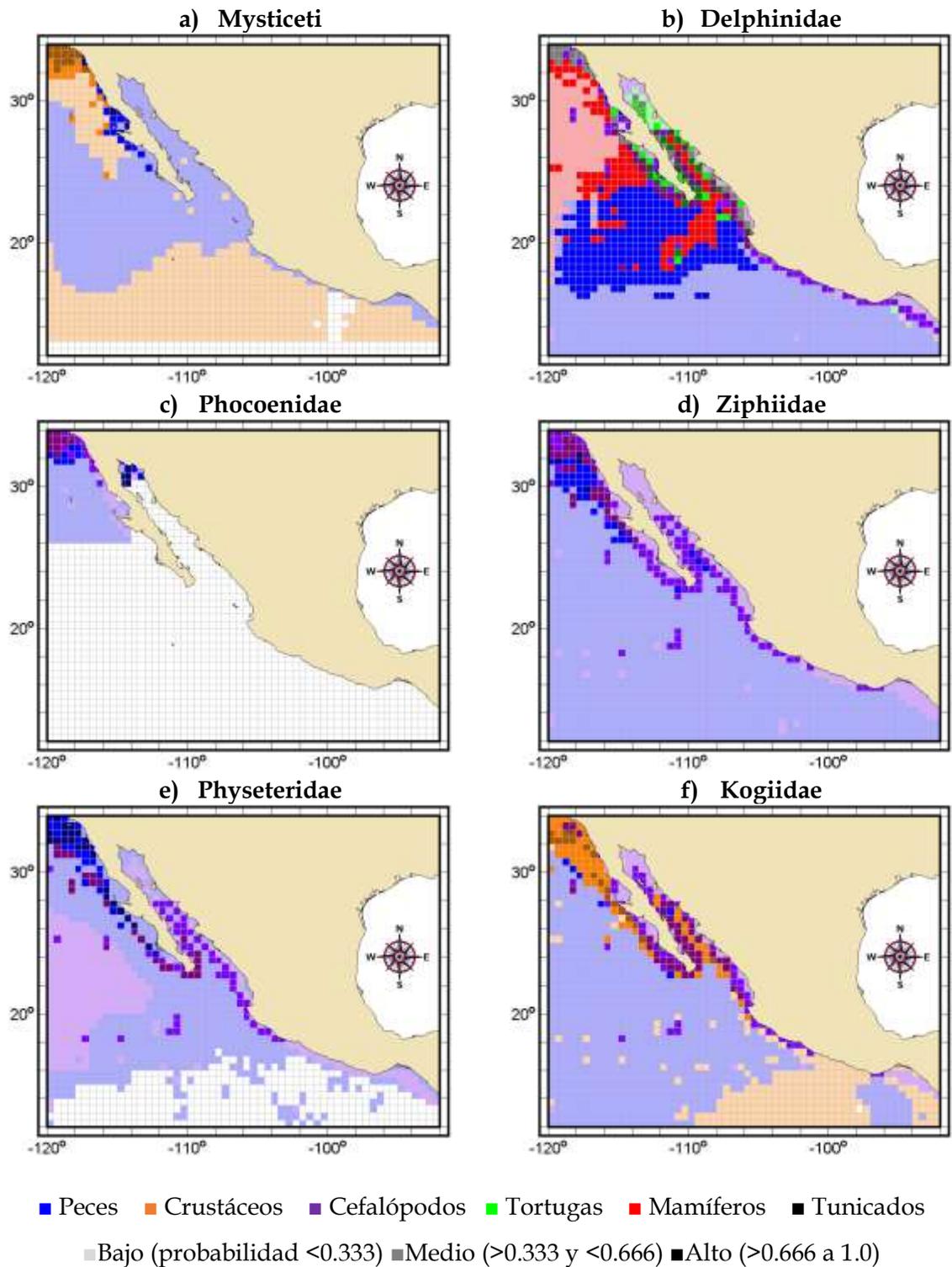


Figura 6. Distribución geográfica de la alimentación por grupos de cetáceos en el Pacífico mexicano. Los colores indican el tipo de presa de la que se alimentan dada la variación de los datos en cada grupo. La tonalidad depende de la ocurrencia combinada de mamíferos y tipos de presas.

Generalmente se asume que los zífidos se distribuyen en zonas muy profundas (Shallenberger, 1981; Mead, 1989). Dicha distribución se ha asociado a la presencia de sus principales presas (MacLeod y Zuur, 2005), que al parecer, son calamares mesopelágicos y peces. MacLeod *et al.* (2003) encontraron que la dieta del género *Mesoplodon* consiste principalmente de cefalópodos de las familias Cranchiidae, Histioteuthidae y Gonatidae, de las cuales gran parte de ellas habitan el fondo marino, además de peces de aguas profundas y algunos crustáceos.

La caracterización de los otáridos (Figura 7a) indica que la alimentación ocurre frente a la costa pacífica de Baja California de manera continua y que dentro del Golfo de California hay dos zonas intensas, una alrededor de las grandes islas y otra al sur donde la dieta se compone mayoritariamente de peces. A lo largo de la costa oceánica de Baja California consiste primordialmente de cefalópodos en la región norte y el resto por peces. Esta caracterización obedece mayoritariamente a la del lobo marino de California debido a que es la especie más abundante y tiene la distribución geográfica más amplia; estrictamente, el lobo marino de California es el único pinnípedo que habita el Mar de Cortés, aunque se han registrado individuos solitarios de lobo fino de Guadalupe, *A. townsendi* en estas aguas (Stewart *et al.*, 1987; Aurióles *et al.*, 1999; Gallo-Reynoso *et al.*, 2010). El lobo fino de Guadalupe, especie en recuperación, se encuentra en varias islas de su antigua distribución geográfica como las Islas del Canal en California (Aurióles-Gamboa *et al.*, 1993) y las Islas San Benito (Aurióles y Hernández, 2001).

Se ha planteado que la expansión del territorio reproductivo y el incremento en el tamaño poblacional del lobo fino de Guadalupe ocasiona que interactúe con otras especies de pinnípedos de la región y eso afecte su alimentación por sobreposición de nicho, como ha sucedido con *Z. californianus* en interacción con otras especies (Antonelis *et al.*, 1990, Camacho-Ríos, 2004). Camacho-Ríos (2004) evaluó el grado de competencia trófica entre estas dos especies en el Archipiélago San Benito concluyendo que no parece existir evidencia de competencia por alimento entre las especies. De acuerdo con el análisis de la proporción de especies

presa por especie de depredador, no hay sobreposición de la dieta entre otáridos (figura 3), sólo comparten 4 especies de 75 de las que se alimentan en conjunto; la dieta de *Z. californianus* es amplia con 66 especies siendo los peces el componente principal (56 especies) mientras que *A. townsendi* se alimenta de 12 especies con iguales proporciones entre calamares y peces. Sin embargo, 3 de las 4 especies compartidas (*Loligo opalescens*, *Onychoteuthis banksii* y *D. gigas*) son los componentes principales de la dieta del lobo fino en el Archipiélago de San Benito (Esperón-Rodríguez, 2008). El lobo fino de Guadalupe probablemente pueda reflejar adaptaciones a las condiciones ambientales temporales y locales a lo largo de su distribución (Gallo-Reynoso y Esperón-Rodríguez, 2013).

En los otáridos la duración de la lactancia es más larga que en los fócidos (Riedman, 1990), lo cual obliga a las hembras a ser residentes todo el año en las áreas de reproducción, convirtiéndolas también en sus áreas de alimentación (Costa, 1993). En el caso de los fócidos (Figura 7b), como el elefante marino, la lactancia es muy corta, lo cual ha permitido que estos pinnípedos tengan separadas sus áreas de reproducción y alimentación (Stewart y DeLong, 1994). *M. angustirostris* realiza migraciones estacionales (Wynne, 1993; Robinson *et al.*, 2012). A finales de marzo los cachorros abandonan las colonias reproductivas en aguas templadas de Baja California y California, aparentemente moviéndose hacia el norte (Oregon, Washington, la Columbia Británica y Alaska) pasando un tiempo en algunas islas a lo largo de la plataforma continental. Suelen regresar a las colonias reproductoras para mudar el pelaje. Además de que suelen alimentarse lejos de la costa a grandes profundidades en donde la temperatura del agua es baja.

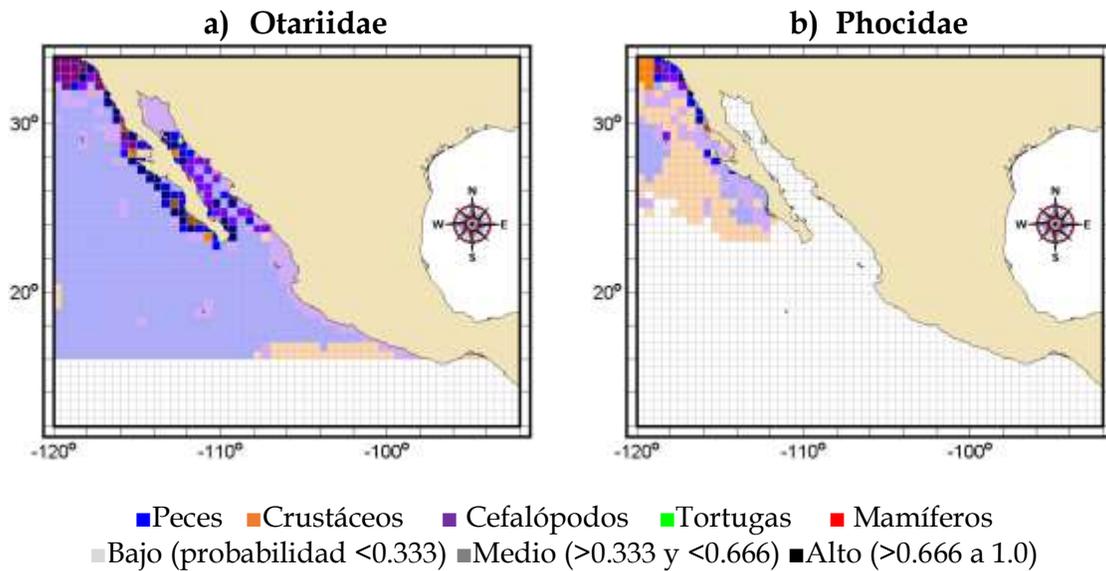


Figura 7. Distribución geográfica de la alimentación por grupos de pinnípedos en el Pacífico mexicano. Los colores indican el tipo de presa de la que se alimentan dada la variación de los datos en cada grupo. La tonalidad depende de la ocurrencia combinada de mamíferos y tipos de presas.

En un análisis general de la alimentación de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano (figura 8), el mayor consumo de presas se asocia a aguas frías y templadas con regionalización en el consumo. Desde el archipiélago de San Benito hasta Los Cabos y el Golfo de California la alimentación es diversa, el consumo de cefalópodos se asocia zonas profundas, incluida la Trinchera mesoamericana.

El mapa general de la alimentación de mamíferos es prácticamente reflejo de la alimentación de los delfines, difiere en el alto consumo de crustáceos al norte de la costa occidental de la Península de Baja California, que es muestra del alto consumo de los misticetos.

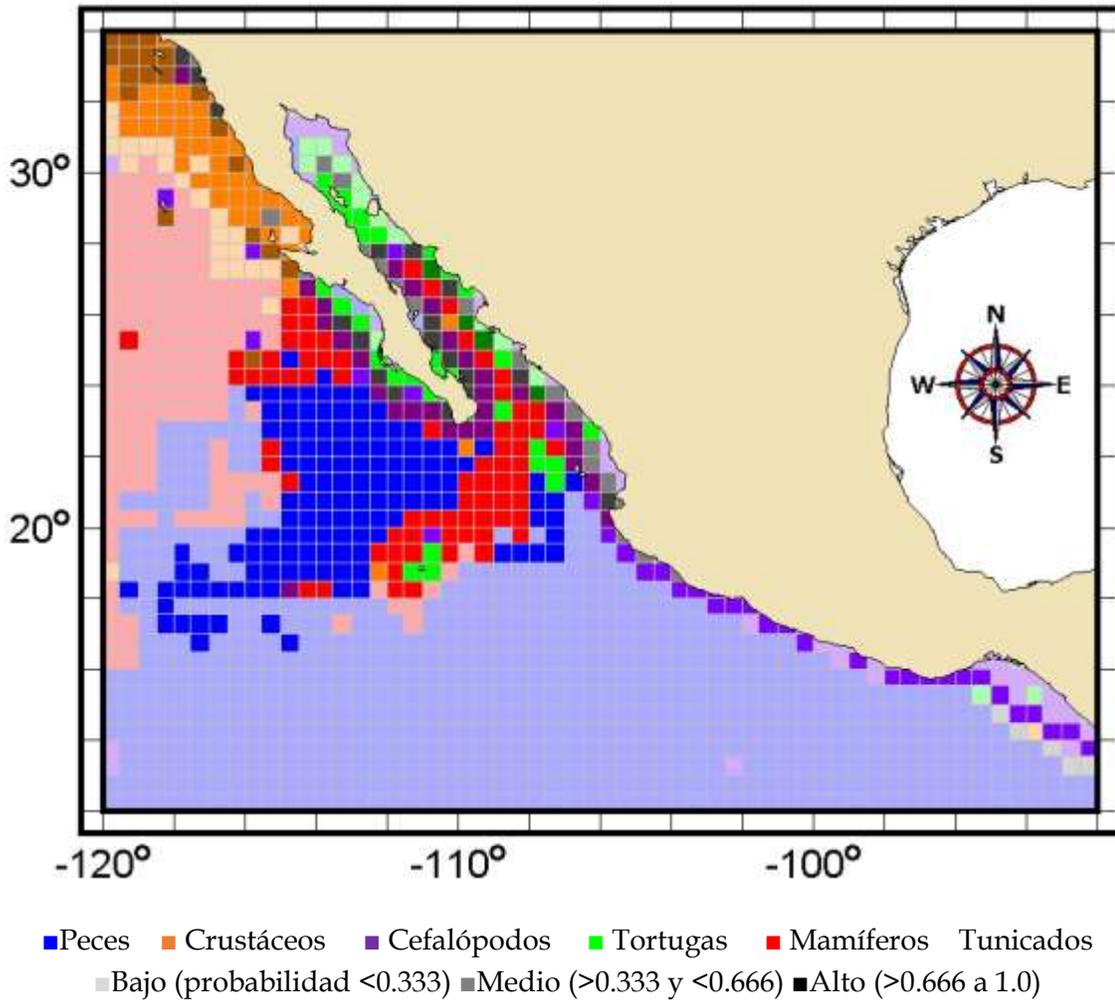


Figura 8. Mapa general de la alimentación de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano. Los colores indican el tipo de presa de la que se alimentan dada la variación de los datos en cada grupo. La tonalidad depende de la ocurrencia combinada de mamíferos y tipos de presas.

c) Alimentación por tipo de presa

El mayor consumo de crustáceos (Figura 9c) ocurre al noroeste de Baja California, la de cefalópodos y tortugas en todas las costas y sur de Baja California y la de peces y mamíferos es mayor en el Golfo de California, en la costa Pacífica de Baja California y la región pelágica al norte de la Corriente Norecuatorial. El consumo de presas está regionalizado y se relaciona con factores ambientales, como la batimetría, temperatura y surgencias.

Los florecimientos de eufáusidos son abundantes en la costa noroccidental de la Península de Baja California donde se presentan importantes fenómenos de surgencias. En términos generales, las aguas del Golfo son altamente productivas, presentan un gradiente negativo norte-sur en los nutrientes esenciales para el fitoplancton (fosfatos, nitritos, nitratos y silicatos) (Álvarez-Borrego, 1983). Esta mayor riqueza de nutrimentos tiene un efecto directo sobre el fitoplancton y los siguientes niveles de la cadena trófica, los cuales siguen una tendencia similar (Álvarez-Borrego, 1983; Gillbert y Allen, 1973). Con el aporte de nutrimentos provenientes de aguas más profundas y frías se crean condiciones adecuadas para la proliferación de peces, con lo cual también es entendible que el consumo de estos se sobreponga en regiones donde se presenta alta productividad primaria (Figura 9a).

La presión que ejercen los mamíferos marinos sobre los cefalópodos ocurre en zonas profundas del Golfo de California y el Pacífico Norte de México, que son las regiones de mayor abundancia de estos animales en el país (Figura 9b). Las tortugas marinas denotan preferencia por áreas tropicales para anidar. En el Pacífico mexicano se les puede encontrar en las costas de Baja California, Sinaloa, Michoacán, Jalisco, Guerrero y Oaxaca (Parque Nacional Lagunas de Chacahua, 2008). Algunas de las especies son altamente gregarias en el mar. Tanto en el periodo de apareamiento como en la reproducción, las tortugas se concentran espacial y temporalmente (Parque Nacional Lagunas de Chacahua, 2008).

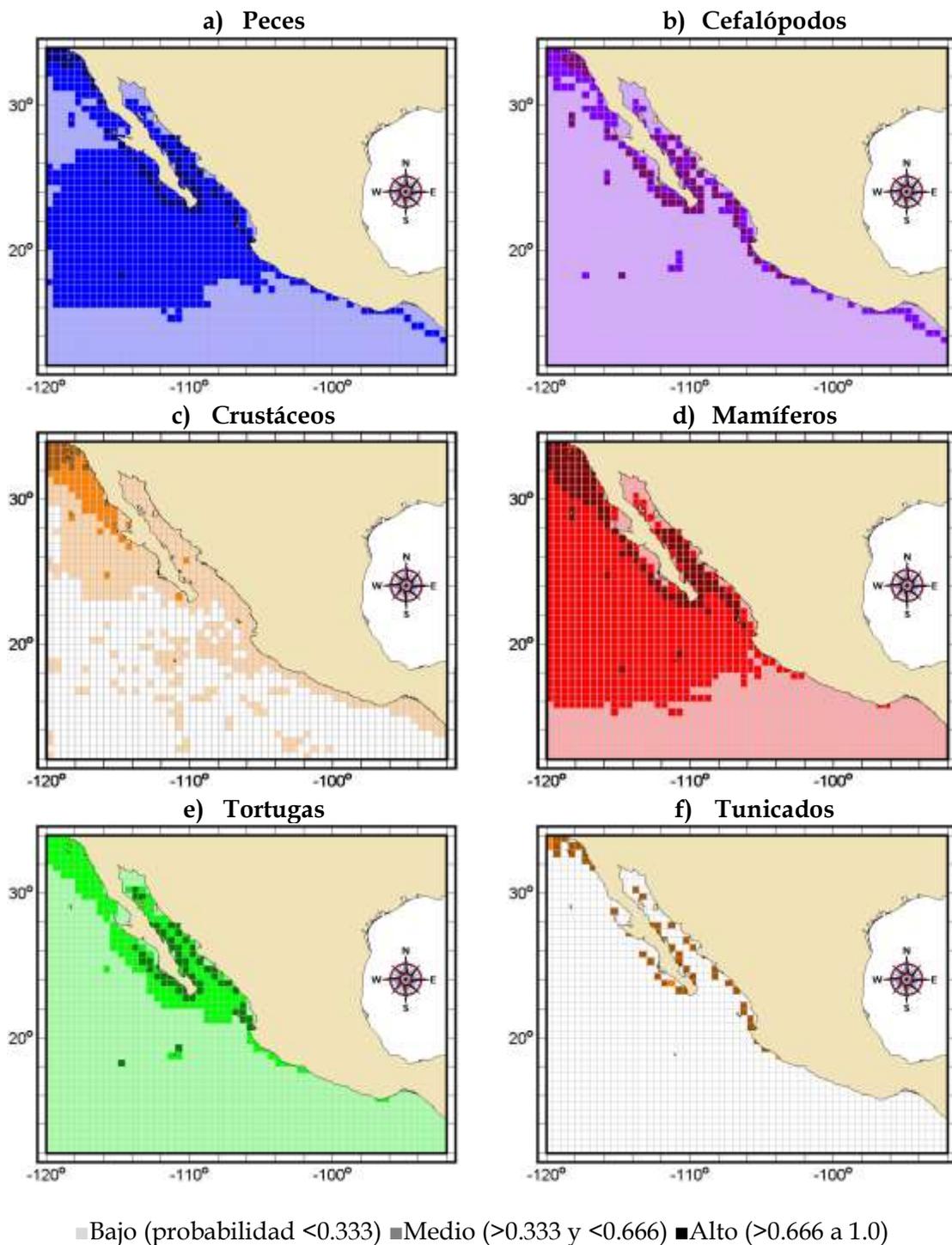


Figura 9. Mapas sintéticos por tipos de presa que consumen los mamíferos marinos en general. Los colores indican el tipo de presa de la que se alimentan. Las tonalidades de color están dadas respecto a la fracción que representan del total de la depredación

5.5 Conclusiones

El consumo de presas de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano varía regionalmente, depende de la composición y abundancia de las presas potenciales que se encuentran en el medio, como sucede en otros sitios. Existen variables ambientales relevantes que influyen en la distribución y abundancia de las presas de mamíferos marinos, tales como la batimetría y la temperatura. Existen variables conductuales que determinan el consumo de presas.

Algunos estudios experimentales señalan que ciertas variables físico-químicas pueden ser más relevantes que otras en la distribución de los organismos, como la temperatura, la cual coincide con la tolerancia fisiológica, o las variables topográficas, que pueden modificar los regímenes climáticos de los animales (Martínez-Meyer, 2005). Estudios como los de Selzer y Payne (1988), Baumgartner (1997), Raum-Suryan y Harvey (1998), Yen *et al.* (2004) y Pérez y Sosa (2014) coinciden en que la batimetría es una variable importante en la disponibilidad de presas. La confluencia de diferentes masas de agua forma ambientes con una alta variación en el tiempo y el espacio que influye directamente en los mamíferos marinos y/o en su alimento (Medrano-González, 2006).

El alimento es una de las variables más importantes que ha modelado la composición de las comunidades de mamíferos marinos, no sólo en el Pacífico mexicano, sino en todo el mundo (Medrano-González, 2006; Rosales-Nanduca, 2008). El consumo de presas de la mastofauna marina puede variar entre temporadas, años e incluso estas variaciones pueden estar fuertemente influenciadas por la estructura poblacional de las especies como por ejemplo sexo, clases de edad y estado reproductivo.

Técnicas recientes como las de isótopos estables y la escatología molecular dan sustento a las caracterizaciones hechas en este trabajo ya que revelan el consumo de presas potenciales en sitios donde antes no se tenía registro de ello. Las caracterizaciones de la alimentación como los que aquí se generaron permiten

inferir zonas potenciales de alimentación, dada la disponibilidad de los recursos, lo cual a su vez permite inferir los movimientos de los mamíferos en busca de sus presas potenciales. Varios mapas generados en este trabajo son coincidentes con lo que se ha reportado en la literatura, por lo que la aplicación de modelos para determinar la distribución geográfica de la alimentación parece ser un método fehaciente que puede aproximarnos a la resolución de interrogantes respecto a la ecología trófica no sólo de los mamíferos marinos sino de muchos otros animales. Sin embargo, es importante considerar que este trabajo es un método que conjunta la aplicación de técnicas relativamente nuevas y que hay vacíos importantes de información por lo que es ampliamente perfectible y sus resultados deben tomarse con reserva. La falta de conocimiento acerca de la distribución real de muchas de las especies impide hacer análisis más sofisticados, los modelos de distribución geográfica de las especies a escala global dan un panorama general, pero suelen ser imprecisos en menores escalas.

El conocimiento de la distribución y abundancia de las presas de los mamíferos será de gran ayuda para comprender cómo el movimiento, el comportamiento, y la residencia pueden verse afectados por los cambios en los recursos alimentarios.

6. INTERACCIÓN DE LOS MAMÍFEROS MARINOS CON LAS PESQUERÍAS DEL PACÍFICO MEXICANO

6.1. Tipos de pesquerías y las Pesquerías en el Pacífico mexicano

Según el fin económico, la pesca puede distinguirse entre pesca artesanal y pesca industrial. La pesca industrial se considera de alto impacto al ecosistema debido a que se practica en zonas profundas alejadas de las costas y tiene como objetivo la obtención de grandes capturas, para sus operaciones se destina gran cantidad de tecnología y capital. La pesca artesanal o ribereña se practica a lo largo de la costa, en profundidades menores a 50 m, con volúmenes de pesca y comerciales relativamente bajos y se denomina así por sus técnicas y formas de operación (Fuentes-Castellanos, 1996; Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata, 2006). La pesca artesanal es una actividad muy importante para las economías de los países en desarrollo debido a su contribución a la alimentación de la población y a la generación de empleos directos e indirectos (Coayla Berroa y Rivera Miranda, 2008). No obstante, representa una amenaza para la biodiversidad debido a los artes de pesca que emplea y a la dificultad de controlar el acceso. Generalmente la pesca ribereña se considera de bajo impacto al ecosistema debido a que las capturas son relativamente reducidas y costo-efectivas por el elevado valor unitario de las especies objetivo (Rodríguez-Valencia y Cisneros-Mata, 2006).

México es un país en desarrollo y un importante productor pesquero. Las condiciones oceanográficas de su territorio favorecen el florecimiento de gran diversidad de recursos marinos que atraen el interés de numerosos grupos de pescadores a lo largo de sus costas. De acuerdo con la estadística pesquera y acuícola de 2014 de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), México ocupa el lugar 16 en la producción pesquera mundial (FAO, 2014) Las pesquerías más importantes se orientan a la captura de especies pelágicas como sardina, anchovetas y atún, y demersales como el huachinango,

lisa, mero, salmonete, pargo, tiburón y cazón, también son significativas las pesquerías de camarón, langosta, calamar, abulón y pulpo. Entre las pesquerías destacan por su volumen las sardinas y las anchovetas y por su valor económico las de camarón, atún, mojarra y tilapia (Conapesca, 2012). Del total de los recursos pesqueros mexicanos, la vertiente del océano Pacífico contribuye con alrededor del 80% de las capturas.

En nuestro país la pesca artesanal domina el sector, aunque es de la que menos información disponible existe (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011). Se ha estimado que cerca del 97% de la flota marina mexicana está constituida por pescadores artesanales (Fernández *et al.*, 2011) y que dichas pesquerías cubren alrededor del 70% de la plataforma continental, lo que representa el 10% de la zona económica exclusiva (ZEE) (Beltrán-Turriago 2007). Salvo las pesquerías de atún, sardina y camarón que son industriales, la mayoría de la pesca se lleva a cabo por las flotas de pequeña escala (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011).

Las pesquerías artesanales en México varían en su grado de tecnología. En forma sintética. México en la década de los 1990 adoptó los principios de la pesca sustentable. Lamentablemente, la enorme diversidad biológica de los mares mexicanos no ha correspondido con el aprovechamiento racional de todos los recursos, ha sido sobreexplotada y desaprovechada, evitando el desarrollo ligados a la conservación y utilización sustentable de la misma. Se estima que en México 46.3% de los recursos están aprovechándose al máximo, se considera sobre-pesca en el 28.6%, en desarrollo 6.9%, y 18.3% colapsados. La región con mayor proporción de recursos deteriorados es la costa central del Pacífico, y la que menos deterioro muestra es la región oriental del Golfo de California (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011).

6.2. Las pesquerías y su relación con los mamíferos marinos

La interacción entre los mamíferos marinos con la actividad pesquera ocurre al sobreponerse las áreas de alimentación de los animales con las áreas operativas de los pescadores. Actualmente estas interacciones se consideran, junto con la contaminación, como la principal amenaza que enfrentan estos animales (O' Shea *et al.*, 1999; DeMaster *et al.*, 2001; Moore *et al.*, 2009). Si bien es cierto que las interacciones entre los mamíferos marinos y las pesquerías comerciales han ocurrido por siglos, también es cierto que en la actualidad se han incrementado en frecuencia e intensidad, tendencia que es probable que continúe en el futuro (DeMaster *et al.*, 2001).

Las interacciones entre mamíferos marinos y pesquerías es no sólo un importante problema de conservación, es asimismo un problema muy difícil de evaluar y atender racionalmente (Northridge, 1985; Northridge y Hofman, 1999; Auriol-Gamboa *et al.*, 2003). Nuestro conocimiento a escala mundial de la naturaleza y efectos de las interacciones directas entre los mamíferos marinos y la pesca es incompleto.

Las interacciones entre mamíferos marinos y las pesquerías ocurren de distintas formas y por lo tanto requieren diferentes enfoques para su gestión (Northridge y Hofman, 1999). Existen aquellas interacciones en la que los mamíferos compiten a través de vías tróficas (competitivas) y otras en las que los mamíferos entran en interacción directa con las pesquerías sin que haya necesariamente alguna forma de competencia por las especies presa (operativas). 'Interacción directa' se refiere a los casos en los que los mamíferos marinos entran en contacto con las artes de pesca, típicamente con consecuencias adversas para los animales (mortalidad incidental), la pesca o ambos (Beverton, 1985). En las interacciones operativas los mamíferos marinos llegan a aprovecharse de las presas que quedan atrapadas en los artes de pesca dañando las redes o trampas y/o las

capturas, mientras que en otras ocasiones impiden que la actividad pesquera se realice de manera adecuada. Por ello, en muchas ocasiones los pescadores consideran a los mamíferos marinos como una amenaza para sus actividades llegando a utilizar distintos tipos de métodos letales y no letales para salvaguardar su equipo y las capturas. El mayor problema de este tipo de interacción es la muerte incidental, la cual afecta al 78% de las especies en el mundo y es causada principalmente por redes agalleras. Se considera además que la interacción directa con las pesquerías representa la amenaza más grave a la conservación de las poblaciones reducidas de cetáceos pequeños como la vaquita (Read, 2008). Todas las interacciones dependen en mayor o menor medida del tipo de arte de pesca que se utilice, de la ecología y comportamiento de los mamíferos marinos en cuestión así como de las especies de peces que se capturen (Northridge, 1985).

En el Pacífico mexicano se realizan diversos tipos de pesca industrial y artesanal que afectan a los mamíferos marinos en forma directa e indirecta (Medrano-González *et al.*, 2008). En México existen diferentes leyes relevantes para la conservación y manejo de estos animales.

El conocimiento de la distribución de los mamíferos marinos, de las actividades humanas y de las interacciones entre ambas, es fundamental para conocer los impactos antropogénicos a estos animales y de ahí desarrollar prácticas de conservación que resuelvan conflictos de intereses y que rindan beneficios ecosistémicos integrales en tanto que los mamíferos marinos pueden, en principio, ser buenos indicadores de la funcionalidad de los ecosistemas y están sujetos a distintos intereses sociales de protección (Medrano-González y Vázquez-Cuevas, 2012).

6.3. Materiales y métodos

A partir de los modelos de distribución geográfica de los mamíferos marinos y de información pesquera del Pacífico mexicano, se caracterizó la distribución geográfica de las interacciones potenciales entre los mamíferos marinos y las pesquerías por tipo de interacción y por tipo de pesquería.

Para caracterizar la distribución geográfica potencial de las interacciones competitivas, de la Carta Nacional Pesquera (2012) se obtuvo un listado de especies objetivo de las pesquerías de escama, pelágicos menores, cartilagosos y cefalópodos y que a su vez son presas de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano. Se calculó la ocurrencia combinada de cada mamífero (m_x), las especies presa (p_y) que son sujetos de cierta pesquería (P) y la ocurrencia de competencia del mamífero con la pesquería, esto es:

$$C_{Pi} = \sum_{xyP} (m_x p_y T_{xy})_i$$

donde C_{Pi} es la probabilidad de interacción competitiva entre cierto tipo de pesquería y todos los mamíferos en la celda i que compiten con ella por las presas y . Nótese que las presas y son depredadas por los mamíferos x (condición T_{xy}) y capturadas por la pesquería P . En los mapas se respeta tanto el código de color como su tonalidad para las clases de presas descritas en el Capítulo I.

Con base en una revisión de Arellano-Peralta y Medrano-González (2015) sobre los mamíferos marinos que interactúan con distintos artes de pesca (Figura 10), el Anuario Nacional de Pesca y la Carta Nacional Pesquera en sus versiones 2010 y 2012, se caracterizó la distribución geográfica potencial de las interacciones operacionales para las pesquerías de escama, pelágicos menores, peces cartilagosos y camarón. Cabe señalar que dada la alta selectividad de la pesca de cefalópodos y que hasta el momento no hay un registro confiable que documente

la intreracción de esta pesquería con alguna especie de mamífero marino, no se le consideró en este análisis. Se calculó la concurrencia promediada de todos los mamíferos que interactúan con las artes de la pesquería (P) y todas las presas que son sujetos de la misma, sean o no presas del mamífero, esto es:

$$O_{Pi} = \left(\frac{1}{n_{xP}} \sum_{xP} m_x \right)_i \left(\frac{1}{n_{yP}} \sum_{yP} p_y T_{xy} \right)_i$$

en donde T_{xy} es el factor de relación trófica y el cual vale 1 cuando la especie y es presa de x . O_{Pi} es la probabilidad de interacción operativa entre mamíferos marinos y cierto tipo de pesquería en la celda i , xP son todas las especies de mamíferos que interactúan con las artes de la pesquería P , yP son las especies presa objeto de la pesquería P y n es el número de especies para cada clase xP e yP .

Dado que los mapas generados muestran aquellos sitios donde podrían ocurrir las interacciones pero no necesariamente son reflejo de la actividad pesquera que ocurre en el Pacífico mexicano y como no se dispone de información oficial georreferenciada de la distribución del esfuerzo pesquero, se modeló la distribución geográfica de la actividad pesquera dentro del Pacífico mexicano por tipo de pesquería para así poder estimar las interacciones operacionales que ocurren entre los mamíferos marinos y las pesquerías, según datos oficiales.

Para ello, y contemplando que la información sobre el desembarco de los diferentes productos pesqueros en las distintas localidades contempladas en el Anuario Nacional de Pesca es incompleta y poco específica, se compiló una base de datos que incluye los registros disponibles en cada oficina pesquera del Pacífico mexicano del peso vivo durante 2012 de todas aquellas especies que conforman los distintos tipos de pesquerías (camarón, pelágicos menores, escama y cartilagosos). Los datos obtenidos provienen de Conapesca (Comisión Nacional de acuicultura y pesca) y se encuentran disponibles en el sitio

http://www.conapesca.gob.mx/wb/cona/consulta_especifica_por_produccion.

Con datos de peso vivo se determinó la fracción que representa cada una de las oficinas en la costa para cada pesquería, esto es, la suma del producto vivo de cada pesquería entre todas las oficinas, suma 100% ($\sum_j f_{Pj} = 1$ donde f_{Pj} es la fracción de peso vivo de la pesquería P en la oficina j). La distribución de la actividad pesquera en cada celda en el mar por cada pesquería (E_{Pi}) se calculó entonces como el promedio de la fracción de pesca de cada oficina, ponderado por el inverso del cuadrado de la distancia de cada oficina a cada celda en el mar (d_{ij}).

$$E_{Pi} = \frac{\sum_j f_{Pj} \frac{1}{d_{ij}^2}}{\sum_j \frac{1}{d_{ij}^2}}$$

La distribución de interacciones operativas entre mamíferos marinos y pesquerías (I_{Pi}) de acuerdo con la distribución de la actividad pesquera se calculó entonces como el producto de la actividad pesquera y el grado de interacciones operativas (O_{Pi}) en cada celda para cada pesquería, esto es:

$$E_{Pi} = \frac{\sum_j O_{Pi} f_{Pj} \frac{1}{d_{ij}^2}}{\sum_j \frac{1}{d_{ij}^2}}$$

Nótese que en estos cálculos no se incluye alguna medida de afectación de la interacción entre mamíferos marinos y pesquerías ni la tasa de dicha interacción.

Finalmente, se generaron mapas que muestran la distribución geográfica de los mamíferos marinos que interactúan operativamente con cada pesquería. Dichos mapas surgen de promediar en cada celda la distribución geográfica de todos aquellos mamíferos que interactúan con cada pesquería, esto es:

$$m_{Pi} = \frac{1}{n_{xP}} \sum_x m_{xPi}$$

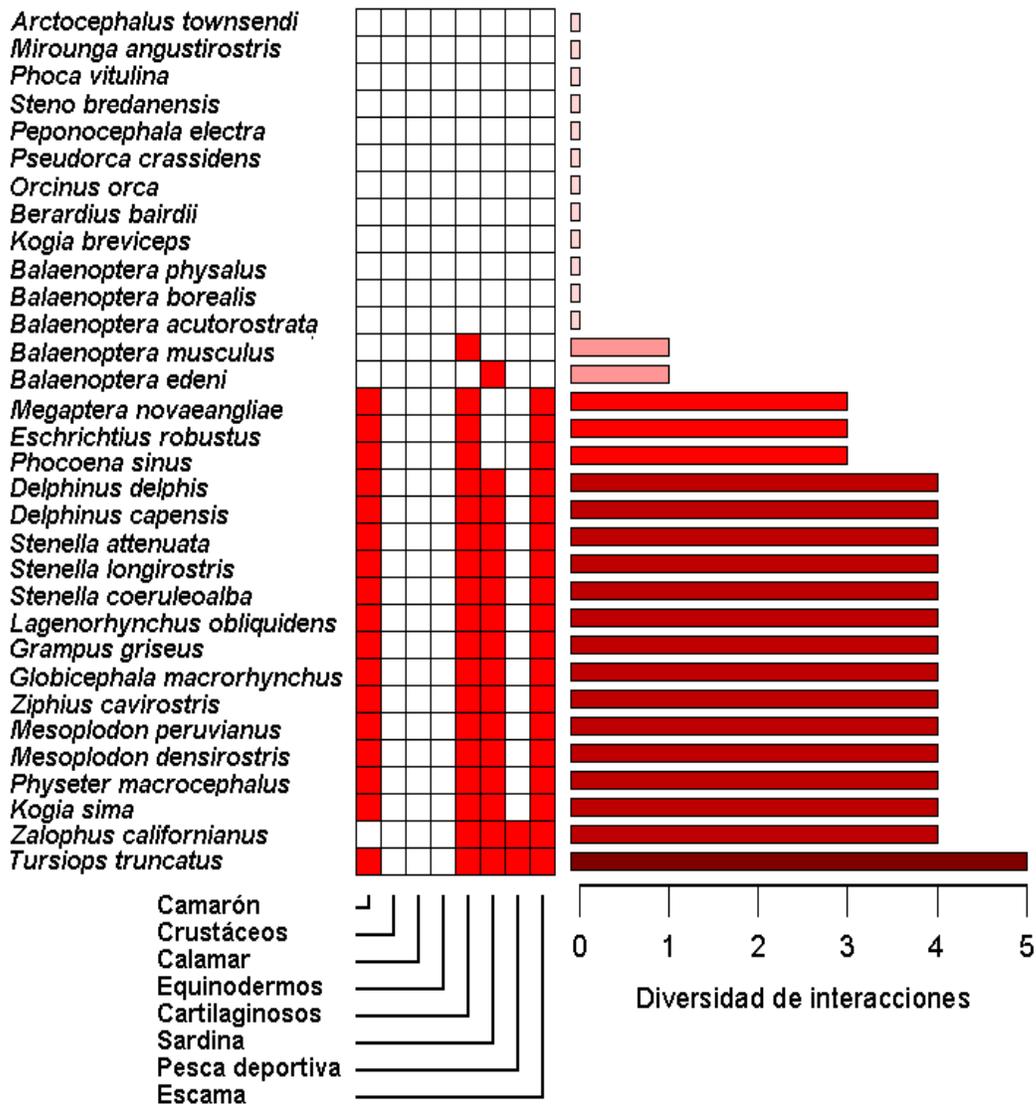


Figura 10. Esquema de interacciones documentadas entre mamíferos marinos y pesquerías en el Golfo de California, según los artes empleados. Se indica un dendograma de los mamíferos marinos de acuerdo a las interacciones que presentan los artes de pesca, un dendograma de las pesquerías según los artes que se usan así como la diversidad de interacciones por especie y por pesquería. Las cuadrículas indican los artes utilizados por las pesquerías y la ocurrencia con los mamíferos marinos. Modificado de Arellano-Peralta y Medrano-González (2015).

6.4 Resultados y discusión

a) Interacciones competitivas potenciales

Las interacciones competitivas potenciales entre mamíferos marinos y pesquerías se distribuyen a lo largo de la costa con ligeras diferencias entre ellas (Figura 11). La competencia por la pesca de pelágicos menores ocurre en la costa occidental de la Península de Baja California mientras que con la pesquería de escama las mayores competencias son en la región central del Golfo de California y costa Pacífica de Baja California. La de cartilagosos y la de cefalópodos presentan picos de actividad en la boca y centro del Golfo de California y costa occidental de la Península de Baja California.

b) Interacciones operativas potenciales

Las interacciones operativas potenciales se distribuyen de manera continua a lo largo de la costa del Pacífico mexicano siendo mayores en el centro y sur del Golfo de California y las costas de Nayarit, Jalisco y Michoacán (Figura 12). La pesca de camarón y peces cartilagosos generan importantes interacciones en el Alto Golfo de California.

Comparadas con las interacciones competitivas, las interacciones operativas potenciales entre los mamíferos marinos y las pesquerías están más restringidas a la costa, sin embargo los sitios potenciales entre ambos tipos de interacción son distintos, al menos en el caso de las pesquerías de escama y de pelágicos mayores.

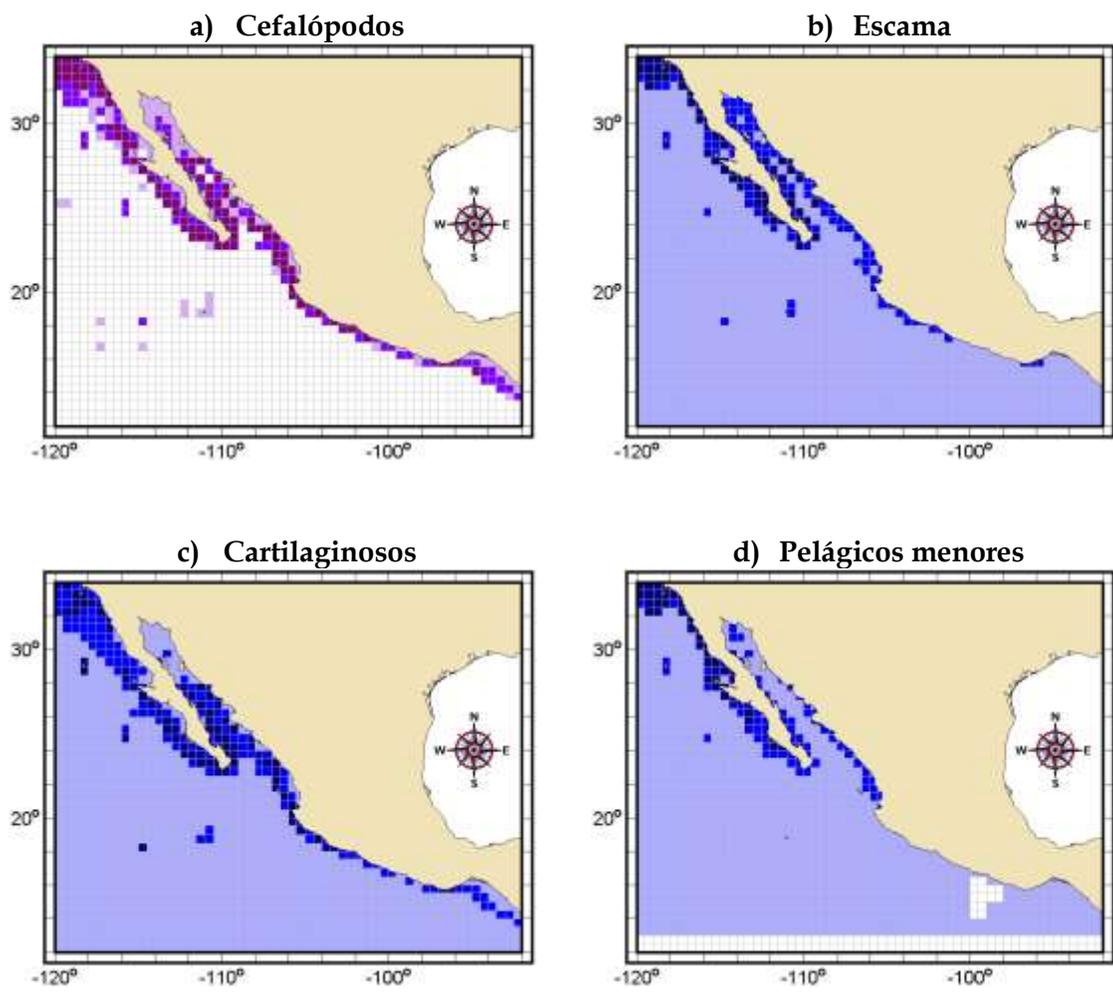


Figura 11. Interacciones competitivas potenciales entre mamíferos marinos y distintos tipos de pesquerías del Pacífico mexicano.

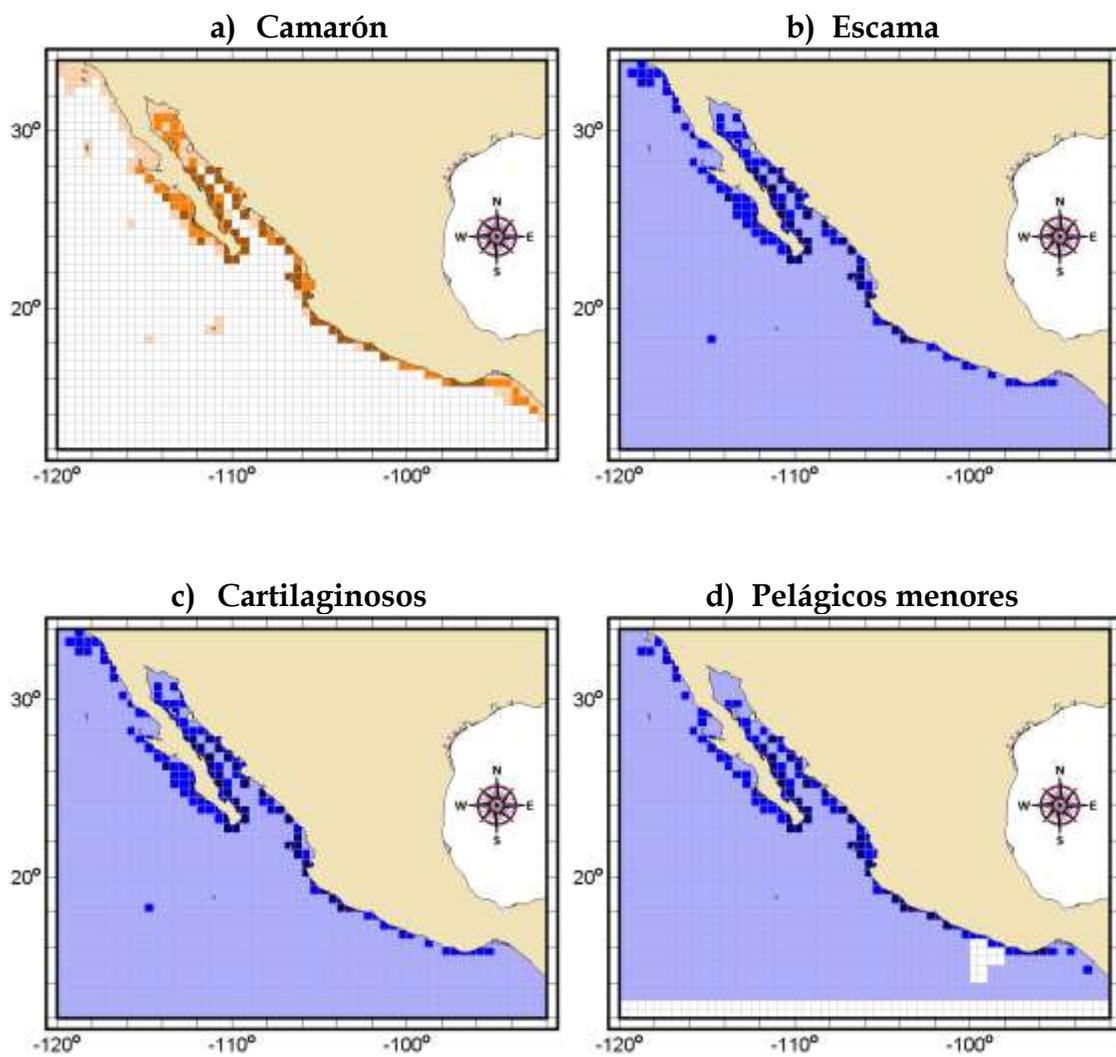


Figura 12. Interacciones operativas potenciales entre mamíferos marinos y distintos tipos de pesquerías del Pacífico mexicano

De acuerdo con la captura por tipo de pesquería que interactúa con especies de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano (Figura 13), el volumen y la captura son heterogéneos a lo largo del litoral. Los estados que conforman el Mar de Cortés y la península de Baja California representan una mayor fracción en la captura. Los pelágicos menores son un importante recurso, su pesca se realiza casi en su totalidad en el noroeste del país, la mayor porción proviene de la flota que opera en el Golfo de California y que descarga Guaymas, Sonora. Dicha pesquería es una actividad económica relevante ya que cuenta con la mayor flota y planta industrial de su género en el país por lo que es una fuente de empleos importante (Conapesca, 2012). Por su volumen, la sardina se posiciona en el primer lugar de la producción pesquera en México, sin embargo, por su valor se posiciona en el quinto lugar (Conapesca, 2012). Sonora y Sinaloa destacan en la captura de camarón, Mazatlán es para este último estado un importante puerto pesquero no sólo para la obtención del crustáceo sino también de peces de escama. Aunque el cama-

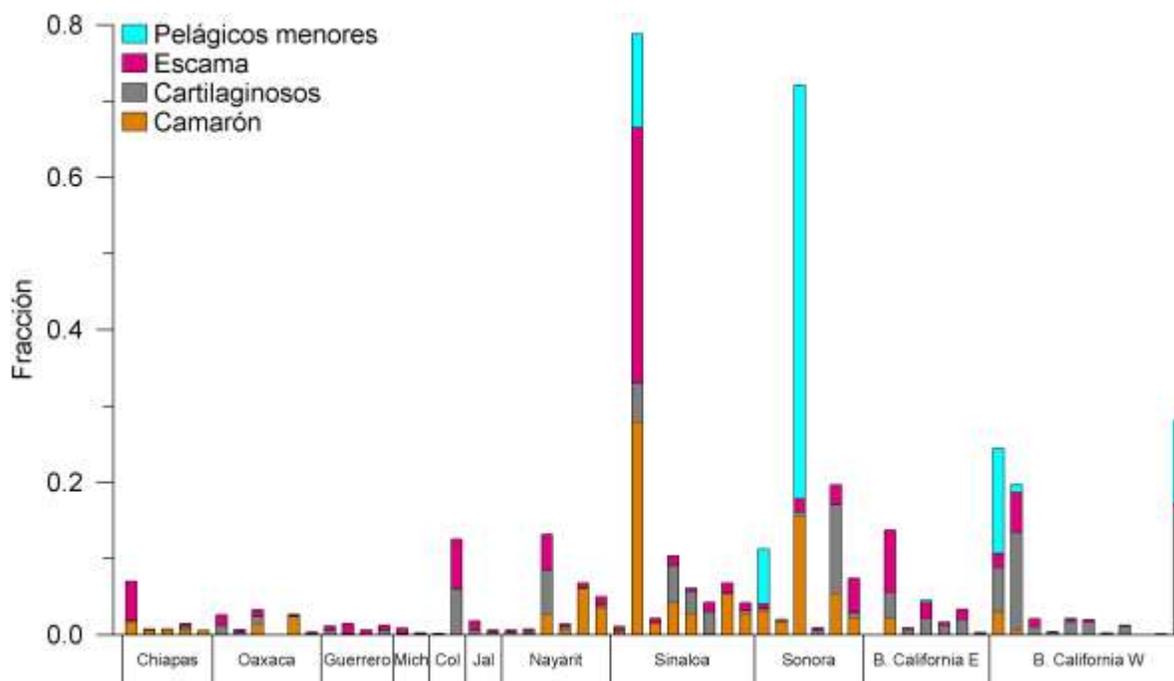


Figura 13. Fracción en la captura por tipo de pesquería en las oficinas pesqueras del Pacífico mexicano.

rón por su volumen se posiciona en el tercer lugar de la producción pesquera en México, por su valor, ocupa el primer sitio a nivel nacional (Conapesca, 2012). Ensenada, San Carlos y San Felipe figuran como los sitios de mayor captura de peces cartilagosos. El calamar por su volumen se encuentra en el lugar 12 de la producción pesquera y por su valor en el lugar 28 de la producción nacional. La captura del calamar gigante dentro del Golfo de California ha sido muy importante para la economía de la región.

c) Actividad pesquera modelada

Todas las pesquerías se desarrollan como un continuo en el litoral alcanzando su máxima actividad en el centro y sur del Golfo de California y las costas de Nayarit, Jalisco y Michoacán (Figura 14).

d) Interacciones operativas modeladas

Las interacciones operativas se presentan de manera semejante a como ocurre la actividad pesquera, todas se muestran como un continuo a lo largo de la costa con la máxima actividad en el Golfo de California y aguas adyacentes (Figura 15).

El modelo de la actividad pesquera desarrollado por Medrano-González (2014) tiene varias inexactitudes ya que la actividad pesquera no necesariamente se realiza en la región contigua del puerto de desembarco o del sitio de origen de los pescadores; por ejemplo, algunos pescadores de camarón y de escama originarios de Guaymas se desplazan a la región central del Golfo para realizar sus capturas o, incluso se mueven a lo largo de la vertiente hasta llegar a Salina Cruz, Oaxaca, donde desembarcan (Gracia-Gasca 2015, *com. pers.*). Si bien es cierto que el modelo de Medrano-González (2014) no contempla dichas particularidades en los movimientos, también es cierto que dichos desplazamientos no son registrados oficialmente por las autoridades pesqueras y si lo son, no son de libre acceso para su estudio por lo tanto, no pueden ser examinados.

Las interacciones operativas potenciales y las interacciones modeladas a partir de la actividad pesquera son muy similares en cuanto a su distribución pero no así en su intensidad; las interacciones operativas modeladas son más intensas para todos los tipos de pesquerías, lo que puede ser indicativo del intenso esfuerzo pesquero. Los modelos de nicho ecológico combinados con el modelo de Medrano-González (2014), a pesar de todas sus inexactitudes, parecen estar señalando la distribución de dichas interacciones en el mar más no del todo su intensidad ya que esta depende no sólo de la distribución de las presas sino de la intensidad con que son pescadas.

e) Distribución geográfica de los mamíferos marinos que interactúan con pesquerías

Los mamíferos marinos que interactúan con las pesquerías del Pacífico mexicano se distribuyen en toda esta vertiente (Figura 16). Aquellos mamíferos en interacción con la pesca de camarón (Figura 16a) se encuentran con mayor frecuencia en la costa pacífica de la península de Baja California y las regiones media y sur del Golfo de California hasta llegar a la corriente norecuatorial. Aquellos que interactúan con la pesca de cartilagosos se comportan de manera similar a la de camarón pero se distribuyen hasta aguas pelágicas por arriba de la CN, los que interactúan con la pesquería de escama tienen una distribución más norteña que las anteriores y los de pelágicos menores se distribuyen dentro del Golfo de California y frente a las costas de la península de Baja California principalmente.

Si se comparan las interacciones competitivas potenciales con la actividad pesquera efectuada para el Pacífico mexicano puede observarse que la competencia 'real' es menor a la esperada en cuanto a su distribución se refiere.

En la actualidad se ha estimado que la cantidad de presas ingeridas por los mamíferos marinos supera a las capturas globales realizadas por las pesquerías, por lo que, algunos han sugerido que los mamíferos marinos son una fuerte compe-

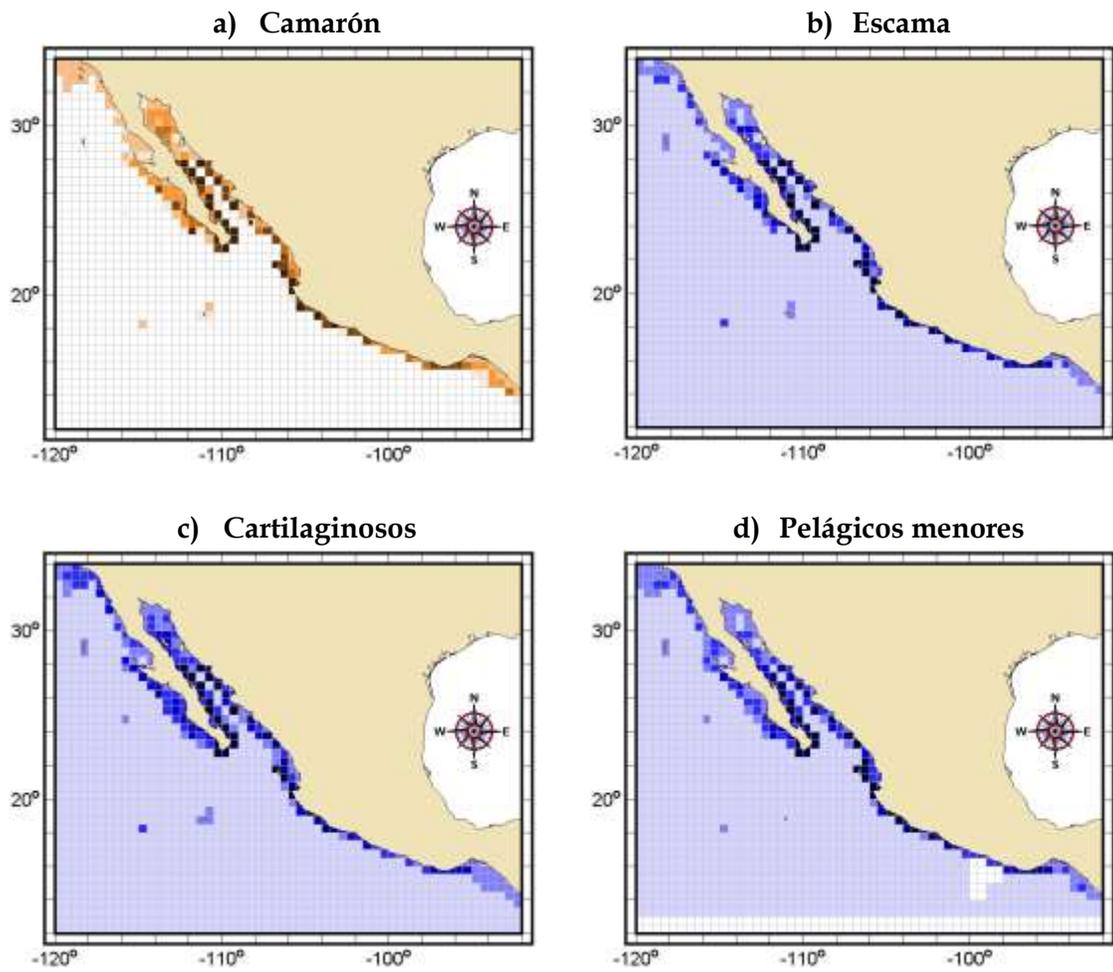


Figura 14. Distribución estimada de la actividad pesquera en el Pacífico mexicano a partir de datos oficiales ajustados al modelo de Medrano-González y Vázquez-Cuevas (2012).

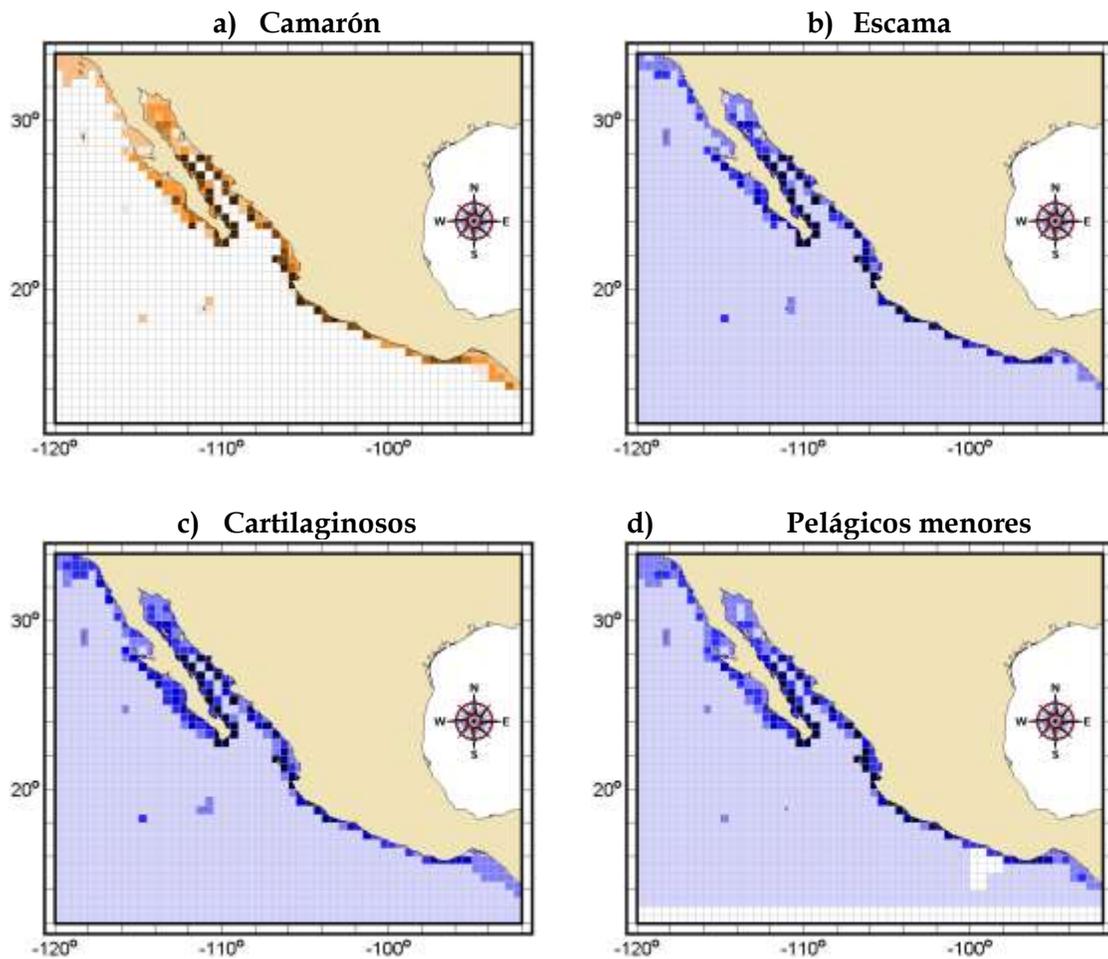


Figura 15. Distribución estimada de las interacciones entre mamíferos marinos y tipos de pesquerías en el Pacífico mexicano a partir de datos oficiales de la actividad pesquera ajustados al modelo de Medrano-González y Vázquez-Cuevas (2012).

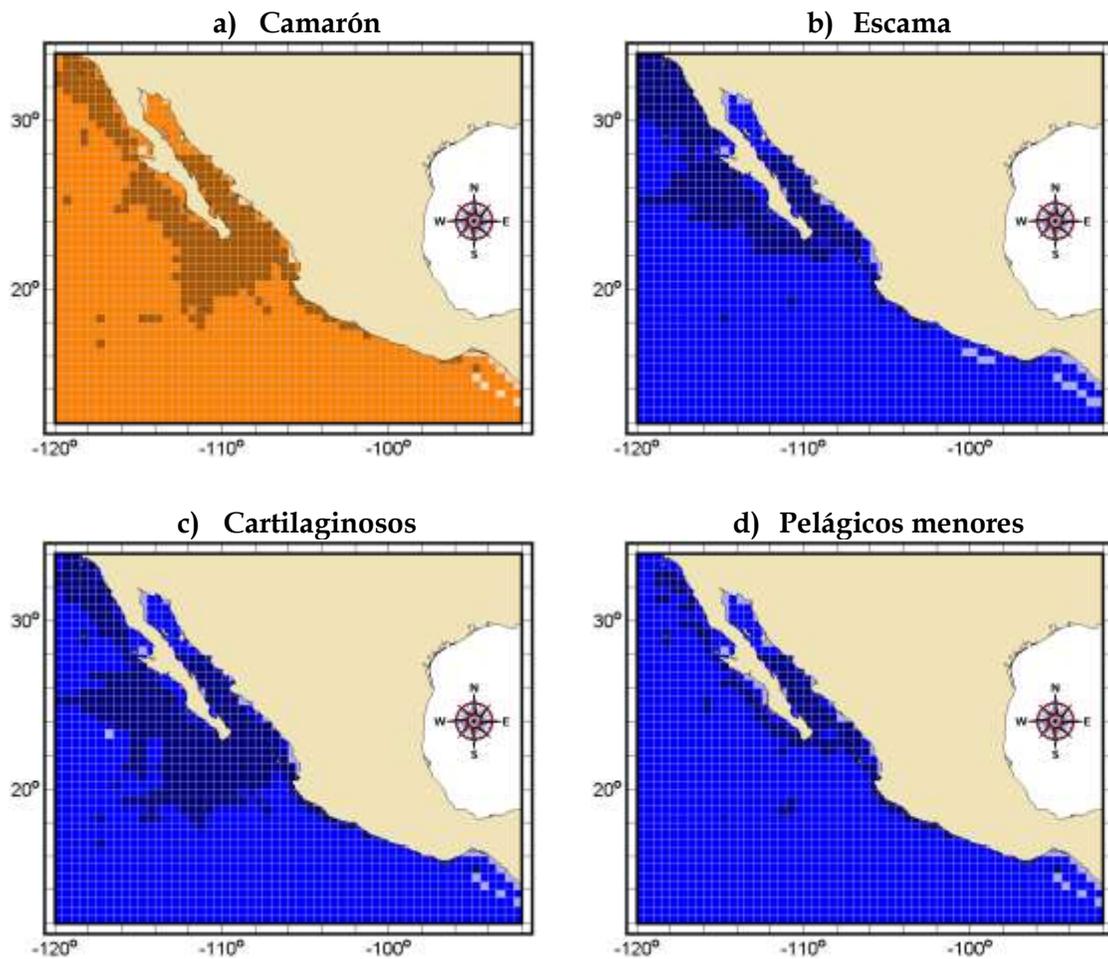


Figura 16. Distribución geográfica promedio de las especies de mamíferos marinos que interactúan operacionalmente con los distintos tipos de pesquerías en el Pacífico mexicano.

tencia para las pesquerías (Harwood y Croxall 1988; Plagányi y Butterworth, 2002). Sin embargo la evidencia indica que no existe competencia real a escala global entre ambos debido a que los mamíferos marinos se alimentan principalmente en áreas en donde la actividad pesquera no existe o no es importante o porque las presas explotadas no son de interés comercial, así pues la alta competencia está restringida a regiones específicas (Kaschner y Pauly, 2005).

En el Pacífico mexicano el nivel trófico en el que operan las pesquerías es distinto al que tienen los mamíferos marinos, mientras el nivel trófico medio de las capturas (NTMC) oscila entre 2.0 a 3.0 en todo el país (Arreguín-Sánchez y Arcos-Huitrón, 2011), los niveles de los mamíferos marinos oscilan entre 3.2 en el caso del rorcual tropical (*B. borealis*) y 4.5 en el caso de la orca (*O. orca*), teniendo una media de 3.98; las ballenas presentan los valores más bajos mientras que en los delfines existe variación en la distribución de estos valores (Rosales-Nanduca, 2008). El que los niveles tróficos entre los mamíferos marinos y las pesquerías sean diferentes es indicativo de que las presas de interés o el tamaño de las mismas no son los mismos entre ellos.

El agotamiento de las poblaciones de peces a menudo deriva en una intensificación y desplazamiento del esfuerzo pesquero. Se ha reconocido que la pesca comercial que se desarrolla en todos los océanos del mundo es insostenible a largo plazo y que el colapso de muchas pesquerías es inminente; que algunas pesquerías hayan mantenido sus tasas de captura en los últimos años a pesar de esta condición es indicativo de que han incrementado el esfuerzo pesquero. De mantenerse esta tendencia en el Pacífico mexicano, podría provocar que las operaciones pesqueras se desplacen a aquellos sitios donde abunden los recursos, y también los mamíferos marinos (interacciones competitivas potenciales), ocasionando de manera paralela que las interacciones operativas y/o competitivas aumenten en su distribución geográfica y probablemente su intensidad.

Resulta relevante que la mayor cantidad de interacciones operativas entre mamíferos marinos y pesquerías ocurran a lo largo del litoral pues es muestra de

que estas interacciones no dependen directamente de una alta probabilidad de ocurrencia de los mamíferos marinos si no que basta sólo con la presencia de ambos actores y quien las determina es la actividad pesquera.

Lo anterior evidencia que una gran cantidad de especies de mamíferos marinos son vulnerables a interacción con las pesquerías ya que la diversidad de especies de estos animales en el Pacífico es alta cercana a la costa, especialmente a lo largo de los mares de Baja California (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2015). Todas las pesquerías que se desarrollan en el Pacífico mexicano (incluyendo pesca deportiva, de equinodermos y moluscos) interactúan operativamente con al menos una especie de mamífero afectando a un total 29 especies, siendo las toninas las que presentan mayor número de interacciones (Figura 10, Arellano-Peralta y Medrano-González, 2015). Las especies de mamíferos marinos en interacción son tanto de hábitos costeros como pelágicos (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2015), sin embargo, el modo de vida puede determinar cierta proclividad a interactuar con las pesquerías a aquellas especies que explotan en principalmente las costas. No obstante, hay factores intrínsecos a la biología de cada especie, como el comportamiento, que condicionan estas interacciones y definen que algunas especies a pesar de ser comunes y relativamente abundantes en cierta región, interaccionen en forma casi nula con la pesca (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013).

Las aguas del Pacífico mexicano no sólo son de importancia para la alimentación de los mamíferos marinos sino que son sitios relevantes para el desarrollo de otras actividades como la reproducción (crianza y apareamiento) y el tránsito de las especies (Calambokidis *et al.*, 2000, 2001; Urbán *et al.*, 2000, 2003; Jaquet *et al.*, 2003; Medrano-González, 2014). Las costas de Oaxaca y Michoacán, la región comprendida entre Bahía de Banderas y Los Cabos, así como el Alto y medio Golfo de California son importantes para la crianza de los mamíferos marinos en general (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2015), mismas que coinciden con picos de actividad pesquera en México. La continuidad de las

especies que residen en el Golfo de California con las poblaciones del Pacífico adyacente así como el ciclo migratorio anual estacional que cumplen algunas de ellas, principalmente mysticetos, indica que los mamíferos marinos en el Pacífico mexicano transitan entre zonas continuamente y que el tránsito tiene gran importancia ecológica para estos animales (Figura 4, Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013) por ello es preocupante que la actividad pesquera en el Pacífico mexicano se sobreponga en su totalidad con zonas de crianza, alimentación y de tránsito de los mamíferos marinos.

Dentro del Golfo de California se encuentran gran cantidad de especies en riesgo de acuerdo a la IUCN (2014), especialmente en el Alto golfo (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013, 2015, Figura 17), entre ellas destacan el lobo marino, el cachalote, la ballena de aleta, ballena azul y vaquita, todas con poblaciones locales o endémicas en la zona y todas con interacciones con las pesquerías locales (Gallo-Reynoso, 2003, Rojas-Bracho y Taylor, 2009). En la región de Guaymas, la tasa de mortalidad por enmallamiento o colisión es de 2.1/año siendo el cachalote y el lobo marino los más afectados (Gallo-Reynoso, 2003), para la primer especie, las hembras con cría presentan una mortandad incidental cercana al 100% en la zona (Gallo-Reynoso, 2003). Para Los Islotes, Harcourt *et al.* (1994) reportaron un índice de enmalle entre 3.9 y 7.9 % en *Z. californianus*, índice mucho más alto que el que se reporta para la misma especie en California (Stewart y Yochem, 1987). Para la misma región de Los Islotes, el índice de enmalle de lobo marino durante 2002 fue de 7.8 %, pero se considera que dadas las características de los artes de pesca usados en la bahía, así como la conducta y tamaño corporal del lobo marino, producen un bajo efecto en la población (Elorriaga-Verplanken, 2004). En otras colonias del Golfo de California localizadas en la zona centro y norte se han estimado índices de enmalle más bajos (0.2-1.0%, Zavala y Mellink, 1997). El grado de interacción de mamíferos marinos con pesquerías es heterogéneo y dinámico dentro del Golfo, por lo que las medidas de mitigación de

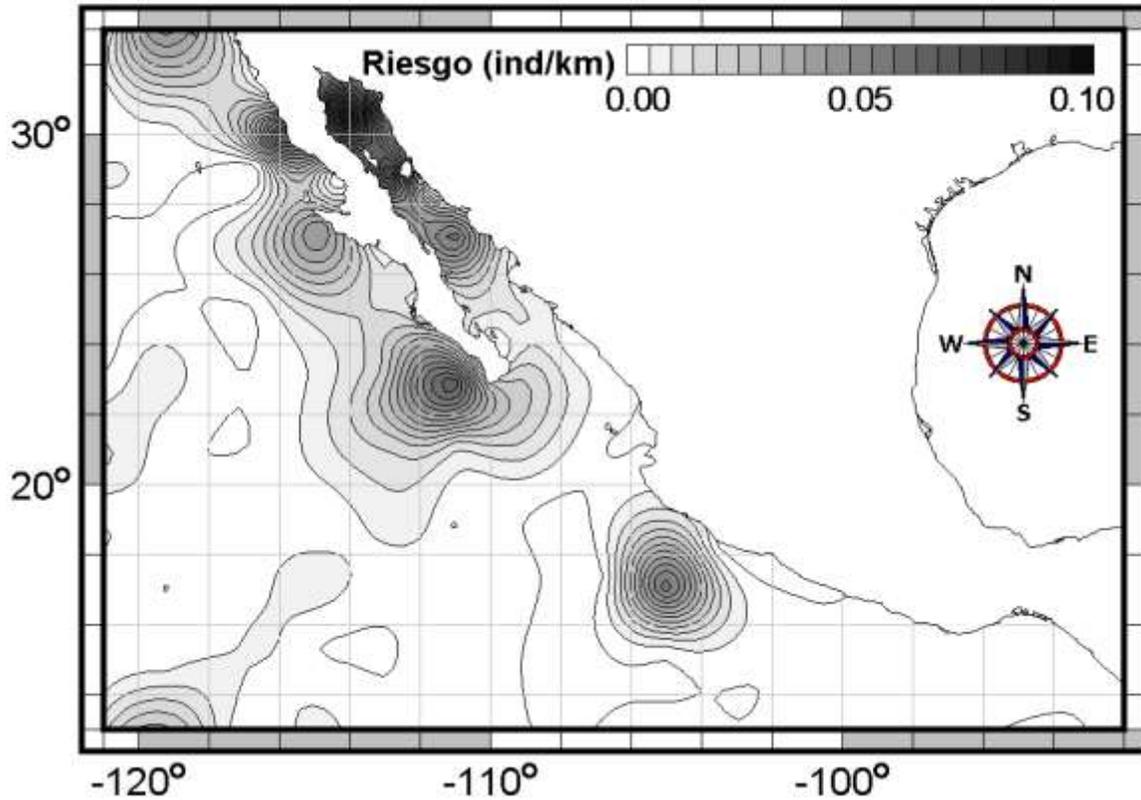


Figura 17. Mastofauna marina en riesgo (NT, VU, EN, CR). Tomado de Arellano-Peralta y Medrano-González (2015).

estas interacciones y planes de manejo también deben ser dinámicos y contemplar las características locales de las poblaciones de mamíferos marinos.

Con total certeza puede asegurarse que el caso más apremiante entre la relación mamíferos marinos-pesquerías es el de vaquita. La vaquita se encuentra seriamente amenazada de extinción debido a las operaciones de la pesquería de camarón y peces de escama desarrolladas en el Alto Golfo de California. A pesar de que las pesquerías de camarón y de peces cartilagosos no alcanzan su máxima actividad en la zona tienen un alto impacto en esta marsopa. La presión por pesca ilegal de vaquita se ha agudizado debido a la creciente demanda de los mercados asiáticos por la vejiga natatoria de la totoaba (*Totoaba macdonaldi*) (CIRVA, 2014).

Se sabe que el volumen de pesca real no corresponde al reportado por los pescadores. Existen sistemas de monitoreo satelital (Vessel Monitoring Systems o vms) que han sido utilizados eficientemente en otros países para estudiar los

desplazamientos de flotas pesqueras nacionales e internacionales (Noland, 1999; Haywood *et al.*, 2005 en Wakida-Kusunoki *et al.*, 2010). Murawski *et al.* (2005) con base en datos de vms y observadores evaluaron la distribución del esfuerzo en la pesca de arrastre y las capturas resultantes a raíz de la imposición de vedas estacionales al noreste de E.U.A., demostrando que la precisión de fuentes de información tradicionales (por ejemplo, bitácoras de pesca) no fue la esperada, por lo que éstas no resultan confiables para discernir cuáles son los efectos de la pesca de arrastre causados en áreas marinas protegidas, como sí lo demuestra los datos obtenidos por el svsm y los observadores.

En la actualidad México cuenta con el Sistema Satelital de Monitoreo de Embarcaciones Pesqueras (ssmep), que es obligatorio desde 2008 para todas las embarcaciones pesqueras (DOF, 2008). El ssmep surgió con el propósito de hacer más eficientes las operaciones de ordenamiento, inspección y vigilancia por parte de las autoridades, así como dar seguimiento a las actividades pesqueras de manera tal que permita a México cumplir con normas internacionales (CONAPESCA, 2006). No obstante, no se encontraron datos o 'información dura' que permita analizar esta actividad y evaluar el esfuerzo de pesca 'real' (que sin duda mejoraría este análisis).

He desarrollado de manera extensa este punto ya que un sistema de monitoreo ineficiente conlleva, entre otras cosas, a la subestimación en la tasa de capturas incidentales y mal manejo de los recursos. En el caso de vaquita, aunque las muertes son de manera ' incidental' y por lo mismo no conllevan una acción ilícita de manera voluntaria, representan una pérdida significativa para una población seriamente diezmada.

7. COMENTARIOS FINALES

Los datos generados en este trabajo han indicado que el Golfo de California y aguas circundantes son sitios importantes para la alimentación de los mamíferos marinos dada la gran abundancia y diversidad de sus presas, pero es también el sitio donde se ejerce la mayor actividad pesquera en México, lo que indica que la interacción entre ellos está moldeada en gran medida por la distribución de los recursos alimentarios.

Al ser la plataforma continental el área donde se desarrollan la mayor parte de las pesquerías en México las interacciones operacionales entre los mamíferos marinos y las diferentes actividades pesqueras está presente de manera frecuente sobre ella. Debido a la relevancia del tránsito de los mamíferos marinos dentro del Pacífico mexicano, a la diferenciación en el uso del hábitat y el espacio en la que no es posible identificar clases de regiones o especies, al menos para el Golfo de California (Arellano-Peralta y Medrano-González, 2013), a la gran diversidad de mamíferos en nuestros mares, al endemismo en diferentes grados y a la intensa actividad pesquera cercana a la costa vuelve altamente vulnerables a los mamíferos marinos.

Los estudios de alimentación son una excelente ruta por la cual se comprenden mejor las relaciones entre las poblaciones y son importantes porque proporcionan información adecuada para el manejo de los recursos, sobre todo cuando éstos son de interés económico para el hombre. El conocimiento de la distribución de los mamíferos marinos, de las actividades humanas y de las interacciones entre ambas es fundamental para conocer cuáles son los impactos antropogénicos que existen sobre el hábitat de estos animales. Es importante realizar estudios correspondientes para hacer más eficientes los artes de pesca y cambiar las mismas por artes más selectivas, pero sobre todo que los pescadores

las implementen y que se gestione para la aplicación y cumplimiento de las mismas.

Este conocimiento técnico puede ser fundamental de para la planeación y el desarrollo de estrategias de conservación. Cualquier programa encaminado a la conservación de la mastofauna marina exigirá una visión más amplia en relación a aquellas en las que sólo contemplan el criterio de la diversidad de especies en tanto que no responde a todos los requerimientos de las especies (Medrano-González, 2013).

De ninguna manera pretendo por medio de este trabajo estar en contra de la actividades pesqueras, este problema no es puramente de carácter biológico y es evidente que cualquier programa que pretenda el correcto uso de los recursos debe resolver conflictos de interés e implementar programas sociales que atiendan a las necesidades de los pobladores.

Sin duda, es difícil realizar aseveraciones más exactas y poco especulativas del grado real de afectación tanto para los mamíferos como para las pesquerías, pues sólo existen escasos reportes o estudios que han estimado tasa de enmalle de unas cuantas especies, incidencia por sexo y edad, condición corporal de los individuos enmallados, determinación del efecto de enmalle en la fecundidad y conducta materna, así como el monto al que ascienden las pérdidas económicas para los pescadores por daños a la captura o a los artes de pesca. Aunado, la mayoría de estudios se centran en el Golfo de California, lo que permite tener una visión muy restringida y sesgada del Pacífico mexicano (Fleischer y Cervantes Fonseca, 1990; Delgado Estrella *et al.*, 1994; Rojas-Bracho y Taylor, 1999; Gallo 2004, Gallo-Reynoso 2003, 2004; Elorriaga-Verplancken, 2004; Jaramillo-Legorreta *et al.*, 1999, 2007). Sin duda los daños a la captura y la pesca incidental podrían disminuir sus efectos adversos si se llevara a cabo, entre otras cosas, un monitoreo confiable, bien planificado, que sea ejecutado por terceros y que entre otras cosas, considere los eventos raros de captura incidental.

Este un primer acercamiento a la caracterización de la distribución de las interacciones operativas entre mamíferos y pesquerías del Pacífico mexicano el cual permite observar patrones generales pero resulta poco específico. Futuros estudios deben incluir información robusta y detallada sobre la alimentación los mamíferos marinos y de la actividad pesquera que se realizan en nuestras aguas. Se espera que en el futuro estudios detallados de cada especie provean de nuevos elementos en la composición de la alimentación de las poblaciones de mamíferos marinos que se distribuyen en aguas del Pacífico mexicano.

8. REFERENCIAS

- Aguayo L. A., Urbán R. J. y Rojas B. L., 1986. *Diversidad y distribución de los cetáceos en el Golfo de California, México*. XI Reunión Internacional de Mamíferos Marinos. Guaymas, Sonora. 3-1 de abril de 1986.
- Aguayo Lobo, A., 1989. *Aprovechamiento de los mamíferos marinos en América Latina*. En: Memorias del Segundo Simposio Internacional sobre vida silvestre (Wildlife Society de México, Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). Pp:500-531. Talleres Gráficos de la Nación, México, D. F.
- Aguirre, A. A. y Tabor, G. M., 2004. *Introduction: Marine vertebrates as sentinels of marine ecosystem health*. *EcoHealth*, 1(3), 236-238.
- Álvarez-Arellano, A. y A. Molina-Cruz. 1984. Aspectos paleoceanográficos cuaternarios del Golfo de California, evidenciados por conjuntos de radiolarios. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Contribución 475. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.
- Álvarez-Borrego, S. 1983. *Gulf of California*. pp 247-449. En: B. H. Ketchum (ed.). *Estuaries and enclosed seas*. Elsevier, Amsterdam.
- Álvarez-Borrego, S. y R. Lara-Lara. 1991. *The physical environment and primary productivity of the Gulf of California*. pp 555-567. En: Dauphin J. P. y B. Simoneit (eds.). *The Gulf of California and the Peninsular Province of the Californias*. American Association of Petroleum Geologist Memoir, 47. Tulsa.
- Antonelis, G. A., B. S. Stewart y W. F. Perryman, 1990. *Foraging characteristics of female northern fur seals (Callorhinus ursinus) and California sea lions (Zalophus californianus)*. *Can. J. Zool.* 79:35-48
- Arellano-Peralta V., 2010. *Mamíferos marinos en el Golfo de California: macroecología, impacto humano y su perspectiva hacia la conservación*. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar y Limnología (Biología Marina). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Arellano-Peralta V. y Medrano-González L., 2013. *Mamíferos marinos en el Golfo de California, Macroecología, impacto humano y perspectiva hacia la conservación*. Primera Edición. Colección Posgrado Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. UNAM, México
- Arellano-Peralta V. y Medrano-González L., 2015. *Ecology, conservation and human history of marine mammals in the Gulf of California and Pacific coast of Baja California, Mexico*. *Ocean & Coastal Management*. 104 90-105.
- Arita, H. T. 1993. *Riqueza de especies de la mastofauna de México*. Pp. 109-125, en: *Avances en el estudio de los mamíferos de México* (R. A. Medellín y G. Ceballos, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., México D.F.
- Arita, H. T. y Ceballos G., 1997. *Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación*. *Revista Mexicana de Mastozoología* 2:33-71.
- Arita, H. T. y Rodríguez P., 2001. *Ecología geográfica y macroecología*. En J. Llorente y Morrone J. J. (Eds.). *Introducción a la biogeografía en*

- Latinoamérica: teorías, conceptos métodos y aplicaciones. Facultad de Ciencias, UNAM. 63-80. México, D. F.
- Arreguín-Sánchez, F. y Arcos-Huitrón E., 2011. *La pesca en México: estado de la explotación y uso de los ecosistemas*. Hidrobiológica, 21 (3): 431-462.
- Aurioles-Gamboa, D. 1993. *Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos de México*. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Volumen Especial XLIV: 397-412.
- Aurioles-Gamboa, D. y Zavala- González, A., 1993. *Algunos factores ecológicos que determinan la distribución y abundancia del lobo marino *Zalophus californianus*, en el Golfo de California*. Ciencias Marinas, vol. 20, núm. 4, 1994, pp. 535-553, Universidad Autónoma de Baja California, México.
- Aurioles, D., C. Hernández y R. Krebs, 1999. *Notes on the southern most records of the Guadalupe fur seal, *Arctocephalus townsendi* in México*. Marine Mammal Science. 15(2):581-583.
- Aurioles-Gamboa, D., García-Rodríguez, F., Ramírez-Rodríguez, M. y Hernández-Camacho, C., 2003. *Interacción entre el lobo marino de California y la pesquería artesanal en la Bahía de La Paz, Golfo de California*. Ciencias Marinas 29(3), 357-370.
- Aurioles, D. y C. Hernández, 2001. *Tamaño y estructura invierno-verano de las poblaciones de pinnípedos de las Islas San Benitos, B.C. México, 1999-2001*. XXVI Reunión Internacional para el estudio de los Mamíferos Marinos. Ensenada, B.C., México. Del 6 al 10 de Mayo 2001.
- Aurioles-Gamboa, D., C. Godinez-Reyes, C. Hernández-Camacho y K. Santosdel-Prado-Gasca (comps.) y Red de monitoreo, investigación y conservación de los pinnípedos de México. 2011. *Taller de análisis del estado de la población de lobo marino de California *Zalophus californianus* en México*. CICIMAR, CONANP, INE. La Paz, B.C.S., México. 25 y 26 de noviembre de 2010. 78pp.
- Badan Dragon A. R. F. 1997. *La corriente costera de Costa Rica en el Pacífico Mexicano*. Pp 141-171. En: lavín, M. F. (ed.). *Contribuciones a la Oceanografía Física en México*. Monografía No. 3. Unión Geofísica Mexicana, México.
- Baker C. S., L. M. Herman, A. Perry, W. S. Lawton, J. M. Straley, A. A. Wolman, G. D. Kaufman, H. E. Winn, J. D. Hall, J. M. Reinke y J. Ostman, 1986. *Migratory movement and population structure of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the central and eastern North Pacific*. Marine Ecology Progress Series 31:105-119.
- Baumgartner, M.F., 1997. *The distribution of risso's dolphins (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the northern Gulf of Mexico*. Marine Mammal Science, 13:614-638.
- Bautista-Vega A. A., 2000. *Variación estacional en la dieta del lobo marino común, *Zalophus californianus*, en las islas Ángel de la Guarda y Granito, Golfo de California, México (1993)*. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.

- Bautista-Vega A. A., 2002. *Alimentación del lobo marino de California (Zalophus californianus californianus, Lesson, 1828) y su relación con los pelágicos menores en Bahía Magdalena, B. C. S. México*. Tesis de maestría. Posgrado en Ciencias del Mar y Limnología (biología marina). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Berubé M., Urbán-Ramírez J., Dizon A. E., Brownell R. L. y Palsboll P. J. 2002. *Genetic identification of a small and highly isolated population of fin whales (Balaenoptera physalus) in the Sea of Cortez, Mexico*. Conservation Genetics 3: 183-190.
- Bossart, G. D., 2006. *Marine Mammals as Sentinel Species for Oceans and Human Health*. Oceanography 19(2), 134-137.
- Brusca R. C, Findley L. T., Hastings P. A., Hendrickx M. E., Cosio J. T, Van Der Heiden A. M. *Macrofaunal Diversity in the Gulf of California*. Patterns of species Diversity and Ecological Importance of Natural Ecosystems. En: Biodiversity, ecosystems, and conservation in Northern Mexico. Cartron Jean-Luc, Ceballos Gerardo, Felger Richard S. (eds.). 2005. Oxford University Press.
- Budge, S. M., Iverson, S. J. y Koopman, H. N., 2006. *Studying trophic ecology in marine ecosystems using fatty acids: a primer on analysis and interpretation*. Marine Mammal Science, 22, 759-801.
- Busquets-Vass, G. R., 2008. *Variabilidad de Isótopos estables de nitrógeno y carbono en piel de ballena azul (Balaenoptera musculus)*. Tesis de Maestría, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, IPN.
- Calambokidis J., Steiger, G. H., Rasmussen, K., Urbán-R, J., 2000. *Migratory destinations of humpback whales from the California, Oregon and Washington feeding ground*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 192:295-304.
- Calambokidis J., Steiger, G. H., Straley, J. M., Herman, L. M., 2001. *Movements and population structure of humpback whales in the North Pacific*. Mar. Mamm. Sci. 17:769-794
- Camacho-Ríos, F. J., 2004. *Estructura alimentaria y posición trófica de dos especies de otáridos Zalophus californianus y Arctocephalus townsendi, en las islas San Benito, B. C. México*. Tesis de Maestría, CICIMAR, IPN.
- Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, R. A. Medellín y Y. Domínguez-Castellanos, 2005. *Lista actualizada de los mamíferos de México*. Revista Mexicana de Mastozoología 9:21-71.
- CIRVA, 2104. *Reporte de la quinta reunión del 'Comité Internacional para la recuperación de la vaquita' (CIRVA-5) Quinta Reunión del Comité Internacional para la Recuperación de la Vaquita, Ensenada, B.C., México, del 8 al 10 julio de 2014*.
- Clapham, P.J., 2000. *The humpback whale. Seasonal feeding and breeding in a baleen whale*. En: Mann J., Coonor R.C., Tyack P.T. y Whitehead
- Clarke M . R. 1986. *Cephalopods in the diet of odontocetes*. En M. M. Bryden and R. Harrison (eds.). Research on dolphins. Clarendon Press, Oxford. pp 281-321

- Clarke, R., O. Paliza y A. Aguayo, 1988. *Sperm whales of the Southeast Pacif.* Part IV. Fatnes and feeding. *Invest. Cetacea.* 21:54-195
- Clarke, R. y Paliza O., 2001. *The food of sperm whales in the southeast Pacific.* *Marine Mammal Science.* 17:427-429
- Coayla Berroa, R., Rivera Miranda, P. 2008. *Estudio sobre la seguridad en el mar para la pesca artesanal y en pequeña escala.* 2. América Latina y el Caribe. FAO Circular de Pesca. No. 1024/2. Roma, FAO. 2008. 58p.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA. 2007. *Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas.* Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. México, D.F.
- CONAPESCA, 2012. *Anuario estadístico de Acuicultura y Pesca.* México.
- Costa, D. 1993. *The relationship between reproductive and foraging energetics and the evolution of the Pinnipedia.* *Zoological Society of London.* 66: 293-314.
- Croll D. A., B. R. Tershy, R. P. Hewitt, D. A Demer, P. C. Fiedler, S. E. Smith, W. Armtroug, J. M. Popp, T. Kiekhefer, V. R. Lopez, J. Urbán & D. Gendron, 1998. *An integrated approach to the foraging ecology of marine birds and mammals.* *Deep-Sea Research II* 45, 1353-1371.
- Dahlheim M. E., Leatherwood S. y Perrin W., 1982. *Distribution of killer whales in the warm temperate and tropical eastern pacific.* *Reports of the International Whaling Commission*
- Davis R.W., Fargion G.S., May N., Leming T.D., Baumgartner M., Evans W.E., Hansen L.J. y Mullin K., 1998. *Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north, central and western Gulf of Mexico.* *Marine Mammal Science,* 14: 490-507.
- Davis, R. W., N. Jaquet, D. Gendron, U. Markaida, G. Bazzino y W. Gilly, 2007. *Diving behavior of sperm whales in relation to behavior of a major prey species, the jumbo squid, in the Gulf of California, Mexico.* *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 333:291-302.
- De la Lanza, G., 1991. *Oceanografía de mares mexicanos.* AGT Editor. México.
- De la Lanza E. G., 2004. *Gran escenario de la zona costera y oceánica de México.* *Ciencias* 76. Octubre-Diciembre.
- De Master D., Fowler C. W., Perry S. L y Richlen M. F., 2001. *Predation and competition: the impact of fisheries on marine-mammal populations over the next one hundred years.* *Journal of Mammalogy,* 82 (3): 641-651
- Del Ángel-Rodríguez, J., 1997. *Hábitos alimentarios y distribución espacio-temporal de los rorcuales común (*Balaenoptera physalus*) y azul (*Balaenoptera musculus*) en la Bahía de La Paz, B.C.S. México.* Tesis de maestría. CICIMAR, IPN.
- Delgado, E. A. 1997. *Relación de las toninas, *Tursiops truncatus*, y las toninas moteadas, *Stenella frontalis*, con la actividad camaronera en la sonda de Campeche, México.* *Anales Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México,* Ser Zool. 68(2): 317-338.

- Díaz-Gamboa, R. E., 2003. *Diferenciación entre tursiones *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno*. Tesis de Maestría. Cicimar. IPN.
- DOF, 2008. Norma Oficial Mexicana NOM-062-PESC-2007, para la utilización del sistema de localización y monitoreo satelital de embarcaciones pesqueras. Diario Oficial de la Federación. México. 24 de abril de 2008.
- DOF, 2010. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. 2 de diciembre de 2010.
- DOF, 2012. Acuerdo mediante el cual se da a conocer la actualización de la Carta Nacional Pesquera. Diario Oficial de la Federación. 24 de agosto de 2012.
- Dolar, M. L. L., W. A. Walker, G. L. Kooyman., y W. F. Perrin. 2003. *Comparative feeding ecology of spinner dolphins (*Stenella longirostris*) and fraser's dolphins (*Lagenodelphis hosei*) in the Sulu sea*. Marine Mammal Science, 19: 1-19.
- Elorriaga-Verplancken F. R., 2004. *Incidencia y efectos de enmalle sobre el lobo marino de California (*Zalophus californianus californianus*, LESSON 1828) en los islotes, B. C. S., México*. Tesis de Licenciatura. Cicimar, IPN.
- Elorriaga-Verplancken F., Aurióles-Gamboa D., Newsome, Martínez-Díaz S. F., 2013. $\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values in dental collagen as a proxy for age-and sex-related variation in foraging strategies of California sea lions. Mar. Biol. 160:641-652.
- Esperón-Rodríguez, M. y J. P. Gallo-Reynoso, 2013. *Juvenile and Subadult Feeding Preferences of the Guadalupe Fur Seal (*Arctocephalus townsendi*) at San Benito Archipelago, Mexico*. Aquatic Mammals 39(2), 125-131, DOI 10.1578/AM.39.2.2013.125
- Espinosa-Martínez D. V., 2013. *Patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos del Atlántico Norte*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Espinosa-Pérez, H. 2004. *El Pacífico Mexicano*. Ciencias, 76:14-21.
- Esquivel, C., L. Sarti y I. Fuentes, 1993. *Primera observación directa documentada sobre la depredación de la tortuga marina *Lepidochelys olivacea* por *Orcinus orca**. Cuadernos Mexicanos de Zoología 1: 96-98.
- Evans, P. G. H., 1987. *The natural history of whales and dolphins*. Facts on File, New York, 343p.
- FAO 2001-2015. Fisheries Topics: Resources. Capture fisheries resources. Topics Fact Sheets. In: *Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO* [en línea]. Roma. Actualizado 27 September 2001. [Citado 14 May 2015].
- FAO Fisheries and Aquaculture Department, 2014. *Global Capture Production Statistics 2012*. [Online] disponible en: <ftp://ftp.fao.org/FI/STAT/Overviews/CaptureStatistics2012.pdf>
- Fernández, J.I., Álvarez-Torres, P., Arreguín-Sánchez, F., López-Lemus, L.G., Ponce, G., Díaz-de-León, A., Arcos-Huitrón, E. and del Monte-Luna, P., 2011. *Coastal fisheries of Mexico*. En S. Salas, R. Chuenpagdee, A. Charles and J.C. Seijo (eds). Coastal fisheries of Latin America and the Caribbean. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 544. Rome. pp. 231-284

- Flinn, R., A. W. Trites, E. J. Gregr y R. I. Pery, 2002. *Diets of fin, sei and sperm whales in British Columbia: an analysis of commercial whaling records, 1963-1967*. Marine Mammal Science. 18:663-679.
- Fuentes-Castellanos, D., 1996. *Panorama de pesca ribereña nacional*. En: Instituto Nacional de la Pesca, *Pesquerías relevantes de México*, 2. 639-648
- Gallo-Reynoso, J.P., 1994. *Factors affecting the population growth of Guadalupe fur seal (Arctocephalus townsendi Merriam, 1897), in Isla de Guadalupe, Baja California, México*. Ph.D. Thesis. University of California, Santa Cruz.
- Gallo-Reynoso J. P., 2003. *Mortandad de mamíferos marinos en el área de Guaymas debido a la ointeracción con las pesquerías*. Guaymas, Son.: CIAD
- Gallo-Reynoso, J.P., J. Égido-Villarreal y E.M. Coria-Galindo, 2009. *Sperm whale distribution and diving behaviour in relation to presence of jumbo squid in Guaymas Basin, Mexico*. Marine Biodiversity Records.
- Gallo-Reynoso, J. P., A. L. Figueroa-Carranza and B. J. Le Boeuf. 2008. *Foraging behavior of lactating Guadalupe fur seal females*. Pp. 595-614, in: *Avances en el Estudio de los Mamíferos de México II*. Publicaciones Especiales, Vol. II (Lorenzo, C., E. Espinoza, J. Ortega, eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C., CIBNOR, ECOSUR, IPN, UAEM, UAM, UNICACH, Universidad Veracruzana. p. 691.
- Gallo-Reynoso, J. P., M. O. Maravilla-Chávez y C. J., Navarro-Serment, 2010. *New records of non-resident pinnipeds from the Gulf of California, Mexico*. Revista Mexicana de Biodiversidad, 81(1):209-213
- Gallo-Reynoso, J. P. y M. Esperón-Rodríguez, 2013. *Diet composition of the Guadalupe fur seal (Arctocephalus townsendi). Where and what do they eat?*. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology.
- García-Rodríguez F. J., 1999. *Cambios espaciales y estacionales en la estructura trófica y consumo del lobo marino de California, Zalophus californianus, en la región de las grandes islas, Golfo de California*. Tesis de maestría (manejo de recursos marinos). Cicimar. IPN.
- García-Rodríguez, F. J. y D. Auriolles-Gamboa, 2004. *Spatial and temporal variation in the diet of the California sea lion (Zalophus californianus) in the Gulf of California, Mexico*. Fishery Bulletin. 102:1 47-62.
- Gaskin, D. E., 1982. *The ecology of whales and dolphins*. London; Heineman.
- Gendron L. D., 1990. *Relación entre la abundancia de eufáusidos y de ballenas azules (Balaenoptera musculus) en el Golfo de California*. Tesis de Maestría. CICIMAR. 64 pp
- Gendron D. y Urbán-Ramírez J., 1993. *Evidence of feeding by humpback whales (Megaptera novaeangliae) in the Baja California breeding ground, Mexico*. Marine Mammal Science, 9(1): 76-81.
- Gendron, D., 2000. *Family Physeteridae*. En: Pp 635-637, Álvarez-Castañeda S. T. y J. L. Patton (Eds.). *Mamíferos del noreste de México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, S. C.

- Gendron D., S. Aguíñiga-García y J. D. Carriquiry, 2001. $\delta^{15}N$ and $\delta^{13}C$ in skin biopsy sample: a note on their applicability for examining the relative trophic level in three rorqual species. *Journal of Cetacean Research and Management*, 3(1): 41-44.
- Goldman E. A. & Moore R. T., 1946. *The biotic provinces of Mexico*. *Journal of Mammalogy* 26(4), 347-360
- Groom M. J., Meffe G. K., Carroll C. R., 20005. *Principles of Conservation Biology*, Third Edition. Sinauer Associates, Inc., Pp 699
- Guerrero-De la Rosa F. J., 2008. *Variación en la dieta de los cachalotes del Golfo de California con base en isótopos estables de carbono y nitrógeno*. Tesis de Maestría (Manejo de Recursos Marinos). Cicimar. IPN.
- Guerrero de la Rosa, F.J. 2014. *Efecto de la estructura social en la dieta de los cachalotes del Golfo de California*. Tesis de Doctorado. La Paz, Baja California Sur, México, CICIMAR, IPN. 88 p
- Guerrero-Ruiz M., Urbán-Ramírez J., Rojas-Bracho L., 2006, *Las ballenas del Golfo de California*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE).
- Guerrero-Ruiz, M., Gendron D. y Urbán R. J., 1998. *Distribution, Movements and Communities of Killer Whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico*. Rep. Int. Whal. Commn 48, 1998.
- Guerrero-Ruiz M. E., 1997. *Conocimiento actual de la Orca *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758) en el Golfo de California, México*. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur.
- Gutiérrez-Zavala, R. M. y Cabrera-Mancilla E., 2012. *La pesca ribereña de Guerrero*. Primera Edición. Instituto Nacional de Pesca. México, D.F.
- Guisan A. y Zimmermann, N. E., 2000. *Predictive habitat distribution models in ecology*. *Ecological Modelling*, 135:147-186
- Haywood, M.D.E., B.J. Hill, A.G. Donovan, W.A. Rochester, A.N. Ellis, A. Welna, S.R. Gordon, S.J. Cheers, K. Forcey, I.M McLeod, C.H. Moeseneder, G. P. Smith, F. J. Manson, T.J. Wassenberg, S. Thomas, P.M. Kuhnert, G.M. Laslett, C.Y. Burrridge, S. y E. Thomas, 2005. *Quantifying the effects of trawling on the seabed fauna of the Northern Prawn Fishery*. Final report on FRDC project 2002/102. CSIRO, Cleveland. 488p
- Herman, D. P., D. G. Burrows, P. R. Wade, J. W. Durban, C. O. Matkin, R. G. Leduc, L. G. Barrett-Lennard y M. M. Krahn, 2005. *Feeding ecology of eastern North Pacific killer whales *Orcinus orca* from fatty acid, stable isotope, and organochlorine analyses of blubber biopsies*. *Marine Ecology Progress Series* 302: 275-291.
- Hers, S. L. y D. A. Duffield, 1990. *Distintion between northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based n hemoglobin profile aand morphometry*. P 129-139. En: S. Leatherwood y R. R. Reeves (Eds.). *The bottlenose Dolphin*. Academic Press. USA 853pp.
- Heyning. J.E. y M.E. Dahlheim, 1988. *Orcinus orca*. *Mammalian Species*. 304:1-9

- Inapesca, 2006. *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México, evaluación y manejo*. Instituto Nacional de la Pesca, Agosto 2006. Ciudad de México. México.
- Jaquet, N. y D. Gendron, 2002. *Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landings and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California, Mexico*. Mar. Biol. 141:591-601.
- Jaquet N., D. Gengron y A. Coakes, 2003. *Sperm whale in the Gulf of California: residency, movements, behavior, and the posible influence of variation in food supply*. Mar. Mamm. Sci. 19:545-562.
- Jaquet N. y Gendron D., 2009. *The social organization of sperm whales in the Gulf of California and comparisons with other populations*. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89(5), 975-983.
- Jaramillo-Legorreta A., L. Rojas-Bracho, R. L. Brownell Jr., A. J. Read, R. R. Reeves, K. Ralls y B. L Taylor. 2007. *Saving the vaquita: immediate actions, not more data*. Conservation Biology 21 (6) 1653-1685.
- Jaume-Schinkel, M., 2004. *Hábitos alimentarios del rorcual común Balaenoptera physalus en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono*. Tesis de Maestría, CICIMAR, IPN.
- Jefferson, T. A., Leatherwood, S., Webber y M. A., 1993. *FAO Species Identification Guide. Marine mammals of the world*. Rome, FAO. 1993.320 p.587
- Jume, S. S., 2004. *Hábitos alimentarios del rorcual común Balaenoptera physalus en el Golfo de California mediante el uso de isótopos estables de nitrógeno y carbono*. Tesis de Maestría en Manejo de Recursos Marinos, CICIMAR, IPN.
- Jiménez-Pinedo, N. C., 2010. *Hábitos alimentarios y relación interespecífica entre la ballena azul (Balaenoptera musculus) y la ballena de aleta (B. physalus) en el suroeste del Golfo de California.* Tesis de maestría (manejo de recursos marinos). Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional.
- Kawakami, T., 1980. *A review of sperm whales food*. Sci. Rep. Whales Res. Inst. 32:199-218.
- Kaschner, K., & Pauly, D., 2005. *Competition between marine mammals and fisheries: Food for thought*. In D.J. Salem & A.N.Rowan (Eds.), *The state of the animals III: 2005* (pp.95-117). Washington, DC: Humane Society Press.
- Kaschner, K., Watson, R., Trites, A. W., Pauly, D., 2006. *Mapping world-wide distributions of marine mammal species using a relative environmental suitability (RES) model*. Marine Ecology Progress Series. Vol. 316:285-310.
- Ladrón-de-Guevara P., Heckel G., Lavaniegos B. E., 2015. *Variación espaciotemporal de la distribución de rorcuales comunes (Balaenoptera physalus) y eufáusidos (Nyctiphanes simplex) en el canal de Ballenas, golfo de California, México*. Ciencias Marinas Marinas, 41(2): 125-142.
- Lara-Lara, J. R., E. Millán Núñez, R. Millán Núñez y C. Bazán Guzmán. 2003. *Producción primaria del fitoplancton en el Pacífico mexicano (1992-2000)*. Pp 103-124. En: Barreiro- Gumes, M. T., M. E. Meave Castillo, M. Signoret-Poillon,

- M. G. Figueroa-Torres (eds.). *Planctología Mexicana*. Sociedad Mexicana de Plactología, A. C., México.
- Leatherwood, S. & R. R. Reeves. 1983. *The Sierra Club handbook of whales and dolphins*. Sierra Club Books. USA. 302pp.
- Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. *Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 283-322.
- López-Montalvo C. A. 2012. *Caracterización de la ecología alimentaria del rorcual de Bryde, Balaenoptera edeni (Anderson, 1879), en el Golfo de California, con base en análisis de isótopos estables de nitrógeno, carbono y ácidos grasos*. Tesis de Maestría en Ciencias del Mar y Limnología (Biología Marina). UNAM
- Martínez-Meyer E., 2005. *Climate change and biodiversity: some consideraions in forecasting shifts in species potential distributions*. *Biodiversity Informatics* 2, pp 42-45.
- Matthews, L. H. 1978. *The natural history of the whale*. Columbia University Press, New York, 219 p.
- McLeod, C. D., M. B. Santos., & G. J. Pierce. 2003. *Review of data on diets of beaked whales: evidence of niche separation and geographic segregation*. *Journal of Marine Biological Association of UK*, 83: 651-665.
- Medellín, R. A., 2009. *Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas*, En *Capital natural de México*, vol. II: Estado de conservación y tendencias de cambio. CONABIO; México, pp. 459-515
- Medrano González, L. 2000. *Hacia una historia de la mastofauna marina mexicana*. In: *XXV Reunión Internacional para el estudio de los mamíferos marinos*, La Paz, BCS.
- Medrano-González, L., 2006. *Hacia una dinámica de la mastofauna marina mexicana: Análisis de composición funcional y de algunas estructuras genéticas poblacionales*. En: E. Vázquez-Domínguez & D. J. Hafner, eds. *Genética y mamíferos mexicanos: Presente y futuro*. New Mexico: Museum of Natural History and Science Bulletin, 32, 9-19.
- Medrano González L., H. Rosales Nanduca, M.J. Vázquez Cuevas, J. Urbán Ramírez, L. Rojas Bracho, M.A. Salinas Zacarías, L.F. Bourillón Moreno, L. Viloría Gómora, E.M. Peters Recagno y A. Aguayo Lobo, 2008. *Diversidad, composiciones comunitarias y estructuras poblacionales de la mastofauna marina en el Pacífico Mexicano y aguas circundantes*. pp 469 - 492. En: *Avances en el estudio de los mamíferos de México II*. Lorenzo C., E. Espinoza y J. Ortega (eds.). Asociación Mexicana de Mastozoología AC. San Cristóbal de las Casas, Chis.
- Medrano-González L. y Vázquez Cuevas M. J, 2012. *Impactos antropogénica los mamíferos marinos en el Golfo de California y la Costa Pacífica de Baja California*. Informe final. Instituto nacional de Ecología.
- Medrano-González, L., 2014. *Macroecología de la mastofauna marina del Pacífico mexicano*. XII Congreso Nacional de Mastozoología. AMMAC. Benemérita

- Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México. 27-31 de Octubre de 2014
- Meraz, J. y Sánchez-Díaz, 2008. *Los mamíferos marinos en la costa central de Oaxaca*. Revista Mexicana de Biodiversidad. 79: 143-151.
- Mesnick S., García-Rivas M. C., B. J. Le Boeuf, 1998. *Northern elephant seals in the Gulf California, Mexico*. Marine Mammal Science, 14(1):171-178
- Moore, E., Lyday, S., Roletto, J., Litle, K., Parrish, J. K., Nevins, H., Harvey, J., Mortenson, J., Greig, D., Piazza, M., Hermance, A., Lee, D., Adams, D., Allen, S., y Kell, S., 2009. *Entanglements of marine mammals and seabirds in central California and the north-west coast of the United States 2001-2005*. Marine Pollution Bulletin. 58, 1045-1051.
- Murawski, S.A., S.E. Wigley, M.J. Fogarty, P.J. Rago y D.G. Mountain, 2005. *Effort distribution and catch patterns adjacent to temperate mpas*. ICES Journal of Marine Science 62(6), 1150-1167.
- Nemoto, T. 1970. *Feeding patterns of baleen whales in the oceans*. In: Marine Food Chains. J. H. Steele (ed.), Univ. of California Press, Berkeley, CA, p. 241-252.
- Nevárez-Martínez, M. O., A. hernández-Herrera, E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, M. A. Cisneros-Mata y R. Morales-Azpeitia, 2000. *Biomass and distribution of the jumbo squid (Dosidicus gigas d'Orbidny, 1835) in the Gulf of California, Mexico*. Fish. Res. 49:129-140.
- Niño-Torres, C. A., J. P. Gallo-Reynoso., F. Galván-Magaña., E. Escobar-Briones., y S. A. Macko. 2006. *Isotopic análisis of $\delta^{13}C$, $\delta^{15}N$, and $\delta^{34}S$ "a feeding tale" in teeth of the longbeaked common dolphin, Delphinus capensis*. Marine Mammal Science Vol. 22 (4): 831-846.
- Nix H. A. 1986. *A biogeographic analysis of Australian elapid snakes*. En: Longmore, R. (ed) *Atlas of elapid snakes of Australia*. Australian Flora and Fauna Series. Number 7 Australian Government Publishing Service: Canberra
- Noland, C.P. (Ed.), 1999. *Proceedings of the International Conference on Integrated Fisheries Monitoring*. Sydney, Australia, 1-5 February 1999. Rome. FAO. 378p.
- Nolasco, S. J., 2003. *Contenido calórico y composición de ácidos grasos de la dermis de la ballena jorobada Megaptera novaeangliae en aguas adyacentes a la Isla Socorro, Revillagigedo, México*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Norris, K. S., y W. N. Mc Farland, 1958. *A new harbor porpoise of the genus Phocoena from the Gulf of California*. J. Mamm., 39:22-39
- Norris, K., y T. Dohl, 1980. *Th estructure and functions of cetaceans schools*. P.211-261. En: L. Herman (Ed.) *Cetacean behaviour: mechanisms and functions*. John Wiley and Sons. USA 463 pp.
- Northridge, S. P., 1985. *Estudio mundial de las interacciones entre los mamíferos marinos y la pesca* [Online]. Roma: FAO
- Northridge, S. P., 1991. *Actualización del estudio mundial de las interacciones entre los mamíferos marinos y la pesca* [Online]. Londres, Reino Unido: FAO

- Northridge, S.P. y Hofman R.J., 1999. *Marine mammal interactions with fisheries*. In: Twiss JR Jr, Reeves RR (Eds.) Conservation and management of marine mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, DC, p 99-199.
- Northridge, S. P., 2002. *Finishing industry, effects of*. En: W. F. Perrin., B. Wursig y J. G. M. Thewissen (Eds.). Pp. 442- 446. Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press, San Diego, EE.UU. 1414 pp.
- Ortega, F., R.L. Sedlock y R.C. Speed, 2000. *Evolución tectónica de México durante el Fanerozoico*. En J. Llorente, E. González y N. Papavero (eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México*, vol. II. UNAM-Conabio, México, pp. 3-59.
- Ortega, J. y H. T. Arita. 1998. *Nearctic limits in middle America as determined by distributions of bats*. Journal of Mammalogy, 79:772-781.
- O'shea, T. J., Reeves R. R. y Long A. L., 1999. *Marine mammals and persistent ocean contaminants*. Bethesda, MD: Marine Mammals Commission.
- Parque Nacional Lagunas de Chacahua. 2008. *Programa de Monitoreo de la Tortuga Golfina (Lepidochelys olivacea) en el Parque Nacional Lagunas de Chacahua*. Comisión Nacional de Áreas Naturales
- Pauly D., Trites A. W., Capuli E. y Christensen V., 1998. *Diet composition and trophic levels of marine mammals*. Journal of Marine Science, 55: 467-481.
- Peralta-Pérez M. A., 2008. *Modelación de la distribución de mamíferos marinos en el Pacífico mexicano por algoritmos genéticos*. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias, División de estudios de Posgrado. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez-Cortés M. H., G. K Silber G. K., B. Villa R., 1996. *Contribución al conocimiento de la alimentación de vaquita, Phocoena sinus*. INP. SEMARNAP. Ciencia Pesquera No. 13.
- Phillips, S. J., Dudik M., Schapire R. E., 2004. *A maximum entropy approach to species distribution modelling*. Proceedings of the 21st International Conference on Machine Learning, Banff, Canada.
- Pitman R.L. y P.H. Dutton. 2004. *Killer whale predation on a leatherback turtle in the northeast pacific*. Pacific science 58: 497-498.
- Pompa-Mansilla S., P. R. Ehrlich y G. Ceballos, 2011. *Global distribution and conservation of marine mammals*. Proceedings of the National Academy of Sciences 108:13600-13605.
- Porrás-Peters H., Aurióles-Gamboa D., Cruz-Escalona V. H., Koch P. L., 2008. *Trophic level and overlap of sea lion (Zalophus californianus) in the Gulf of California, Mexico*. Marine Mammal Science, 24 (3): 554-576.
- Ramírez-Pulido J., J. Arroyo-Cabrales y A. Castro-Campillo. 2005. *Estado actual y relación nomenclatural de los mamíferos terrestres de México*. Acta Zoológica Mexicana 21:21-82.
- Ramírez-Pulido J., J. Arroyo-Cabrales y N. González-Ruiz. 2008. *Catálogo de autoridades de los mamíferos terrestres de México*. División de Ciencias

- Biológicas y de la Salud, UAM-Iztapalapa. Base de datos snib-Conabio, proyecto ES010.
- Read A. J., P. Drinker y S. Northridge, 2006. *Bycatch of Marine Mammals in U.S. and Global Fisheries*. *Conservation Biology*. 20:1, 163–169
- Read, A. J., 2008. *The looming crisis: interactions between marine mammals and fisheries*. *Journal of Mammalogy*, 89(3):541–548.
- Reeves R.R., K. McClellan y T. B. Werner, 2013. *Marine mammal bycatch in gillnet and other entangling net fisheries, 1990 to 2011*. *Endang Species Research*. 20:71-91.
- Riedman, M., 1990. *The pinnipeds: Seals, Sea Lions, and Walruses*. University of California Press. EUA. 439 pp.
- Robinson, P. W., Costa D. P., Crocker D. E., Gallo-Reynoso J. P., Champagne C. D., et al., 2012. *Foraging Behavior and Success of a Mesopelagic Predator in the Northeast Pacific Ocean: Insights from a Data-Rich Species, the Northern Elephant Seal*. *PLoS ONE* 7(5): e36728. doi:10.1371/journal.pone.003672
- Roden, G. I., 1972. *Thermohaline Structure and Baroclinic Flow Across the Gulf of California Entrance and in the Revilla Gigedo Islands Region*. *J. Phys. Oceanogr.* 2, 177–183
- Rojas-Bracho L. 1984. *Presencia y distribución del rorcual común, Balaenoptera physalus, Linnaeus, 1758) (Cetacea:Balenopteridae) en el Golfo de California, México*. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 157pp.
- Rojas-Bracho L. y Taylor B. L., 1999. *Risk factors affecting the vaquita (Phocoena sinus)*. *Marine Mammal Science*, 15(4):974-989
- Rosales-Nanduca H. 2008. *Alimentación y nivel trófico de los mamíferos marinos en el Pacífico Mexicano*. Artículo de revisión, Seminario Doctoral. Facultad de Ciencias UNAM. México, D.F.: 1-31.
- Rosales- Nanduca, H., 2011. *Diversidad y distribución de la mastofauna marina en el océano Pacífico mexicano y aguas adyacentes*. Tesis doctoral. Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias. UNAM.
- Rueda, F. M., 2007. *Variabilidad de perfiles de ácidos grasos de ballena azul, Balaenoptera musculus, en el Golfo de California*. Tesis de Maestría. CICIMAR. IPN.
- Ruiz-Castro, R. I., 2002. *Relación trófica entre el cachalote (Physeter macrocephalus) y el calamar gigante (Dosidicus gigas) en el Golfo de California mediante el análisis de isótopos estables de carbono y nitrógeno*. Tesis de maestría. CICIMAR. IPN.
- Ruiz-Cooley, R. I., Unai Markaida, D. Gendron y S. Aguíñiga, 2006. *Stable isotopes in jumbo squid (Dosidicus gigas) beaks to estimate its trophic positions: comparisons between stomach contents and stable isotopes*. *J. Mar Biol. Ass. U. K.* 86:473-445.
- SAGARPA, 1993 *Sustentabilidad y Pesca Responsable en México; Evaluación y Manejo*. Instituto Nacional de la Pesca (INP).
- Salazar-Bernal E. C., 2005. *Ocurrencia de orcas (Orcinus orca) y de sus ataques a ballenas jorobadas (Megaptera novaengliae) en la Bahía de Bnaderas, México*. Tesis

- de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Salazar-Bernal E. C., 2008, *Distribución de la orca (Orcinus orca), la orca falsa (Pseudorca crassidens) y el delfín de dientes rugosos (Steno bredanesis) en el Pacífico oriental Tropical y Golfo de México*. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez-Cordero V., Peterson A.T. y Escalante-Pliego P., 2001. *El modelado de la distribución de especies y la conservación de la diversidad biológica*. En: Hernández H.M., García A.A., Álvarez F. y Ulloa M. (compiladores). *Enfoques contemporáneos para la estudio de la biodiversidad*. Instituto de Biología. UNAM. México, D.F.
- Sarukhán J., Koleff P., Carabias J., Soberón J., Dirzo R., Llorente-Bousquets J., Halfpeter G., González R., March I., Mohar A., Anta S., Maza, de la J. 2009. *Conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Capital Natural de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad CONABIO
- Schramm Urrutia, Y., 2002. *Estructura genética y filogeográfica del lobo marino de California (Zalophus californianus californianus) en aguas adyacentes a la península de Baja California, México*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.
- Springer, A. M., J. F. Piatt, V. P. Shuntov, G. B. Van Vliet, V. L. Vladimirov, A. E. Kuzin y A. S. Perlov, 1999. *Marine birds and mammals of the Pacific Subarctic Gyres*. *Progress in Oceanography*. 43: 443-478.
- Steiger, Gretchen H.; Calambokidis, John; Straley, Janice M.; Herman, Louis M.; Cerchio, Salvatore; Salden, Dan R.; Urban-R., Jorge; Jacobsen, Jeff K.; von Ziegler, Olga; Balcomb, Kenneth C.; Gabriele, Christine M.; Dahlheim, Marilyn E.; Uchida, Senzo; Ford, John K. B.; Ladron de Guevara-P., Paloma; Yamaguchi, Manami; and Barlow, Jay, "Geographic Variation in Killer Whale Attacks on Humpback Whales in the North Pacific: Implications for Predation Pressure" (2008). Publications, Agencies and Staff of the U.S. Department of Commerce. Paper 44.
- Stewart, B., P. Yochem, R. DeLong y G. Antonelis Jr., 1987. *Interactions between Guadalupe fur seals and California sea lions at San Nicolas and San Miguel Islands, California*. *NOAA Technical Report NMFS*. 51:103-106
- Stewart, B. y R. DeLong, 1994. *Postbreeding foraging migrations of northern elephant seals*. En: LeBoeuf, B. y R. Laws (Eds.). *Elephant Seals, Population Ecology, Behavior*
- Stockwell D. y Peters D., 1999. *The GAP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction*. *International Journal of Geographic Information Science* 13 (2):143-158
- Tershy, B. R., D. Breesea y C. S. Strong, 1991. *Abundance, seasonal distribution and population composition of balaenopterid whales in the canal de ballenas, Gulf of*

- California, Mexico. Report of the International Whaling Commission (Special issue 12):369-375.
- Tershy, B.R., 1992. *Body size, diet, habitat use, and social behavior of Balaenoptera whales in the Gulf of California*. Journal of Mammalogy. 73 (3): 477-486.
- Tershy, B.R., J. Urbán, D. Breese, L. Rojas y L. T. Findley, 1993. Are fin whales resident to the Golfo of California?. Revista de investigación científica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur 1:69-72.
- Torres, G. Alejandro, Esquivel M. Carlos y Ceballos G., 1995. *Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México*. Revista Mexicana de Mastozoología 1: 22-43, 1995.
- Traconis-Correa, J. 2010. *Discriminación de grupos de calderones de aletas cortas (Globicephala macrorhynchus) en el Golfo de California, México, mediante análisis de ácidos grasos*. Tesis de Maestría. CICIMAR. IPN.
- Trasviña, A., D. Lunch Cota, A. E. Filonov y A. Gallegos, 1999. *Oceanografía y el niño*. Pp 69-101. En: V. Magaña O (Ed.) Los impactos de El Niño en México.
- Ulloa, R., Torre, J., Bourillón, L., Gondor, A. y Alxantar, N., 2006. *Planeación ecorregional para la conservación marina: Golfo de California y costa occidental de Baja California Sur*. Informe final a The Nature Conservancy. Guaymas, México, D. F.: Comunidad y Biodiversidad, A. C.
- Underwood, J. G., Hernández-Camacho C. J., Auriol-Gamboa, D. y Gerber L. R., 2008. *Estimating sustainable bycatch rates for California sea lions Populations in the Gulf of California*. Conservation Biology, 22 (3), 701-710.
- Urbán-R J., Jaramillo, L. A., Aguayo, L. A., Ladrón de Guevara-P., P., 2000. *Migratory destinations of humpback whales wintering in the Mexican Pacific*. J Cetacean Res Manag 2:101-110
- Urbán-R J., Rojas-Bracho, L., Pérez-Cortés, H., Gómez-Gallardo, A., Swartz, S. L., Ludwig S., Brownell, R. L. Jr., 2003. *A review of gray whales (Eschrichtius robustus) on their wintering grounds in Mexican waters*. J. Cetacean Res. Manag. 5:281-295.
- Wakida-Kusunoki, A. T., F. Arreguín-Sánchez, A. González-Cruz y J. T. Ponce-Palafox, 2010. *Análisis de la distribución espacial del esfuerzo pesquero de la flota camaronesa mexicana en el Golfo de México y el mar Caribe por medio del sistema satelital de monitoreo de embarcaciones*. Ciencia pesquera 18: 1, mayo de 2010
- Wells, R., A. Irvine y M. Scott, 1980. *The social ecology of inshore odontocetes*. P.263-317. En: L. Herman (Ed.) *Cetacean behaviour: mechanisms and functions*. John Wiley and Sons. USA 463 pp.
- Wells, R. S., Rhinehart, H. L., Hansen, L. J., Sweeney, J. C., Townsend, F. I., Stone, R., Casper, D., Scott, M. D., Hohn A. A. & Rowles, T. K., 2004. *Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: Developing a health monitoring system*. Ecohealth, 1, 246-254.
- Yen, P.P.W., Sydeman W.J. y Hyrenbach K.D. 2004. *Marine bird and cetacean associations with bathymetric habitats and shallow-water topographies: implications for trophic transfer and conservation*. Journal of Marine Systems, 50:79-99.

- Zavala-González A., Urbán-Ramírez J., Esquivel Macías C., 1994. *A note on Artesanal Fisheries Interactions with Small Cataceans in Mexico*. Rep. Int. Whal. Commn (Special Issue 15).
- Zeppelin, T.K., D. J. Tollit., K. A. Call., T. J. Orchard., y C. J. Gudmundson. 2004. *Sizes of walleye pollock (Theragra chalcogramma) and atka mackerel (Pleurogrammus monopterygius) cosumed by the western stock of steller sea lions (Eumetopias jubatus) in Alaska from 1998 to 2000*. Fisheries Bulletin, 102: 509-521.

9. APÉNDICES

9.1. Apéndice 1

Especies detectadas como presa de mamíferos marinos con base en una revisión bibliográfica en colaboración con Vargas-Navidad.

Presa	Tipo de presa	Clave de la presa
<i>Abralia</i>	Cefalópodo	Abralia
<i>Abraliopsis affinis</i>	Cefalópodo	Aaff
<i>Abraliopsis felis</i>	Cefalópodo	Afel
<i>Abraliopsis sp.</i>	Cefalópodo	Abraliopsis
<i>Ancistrocheirus lesueurii</i>	Cefalópodo	Ales
<i>Architeuthis sp.</i>	Cefalópodo	Architeuthis
<i>Argonauta argo</i>	Cefalópodo	tAarg
<i>Bathyteuthis abyssicola</i>	Cefalópodo	Baby
<i>Brachioeteuthis riisei</i>	Cefalópodo	Brii
<i>Chiroteuthis calyx</i>	Cefalópodo	Ccal
<i>Ctenopteryx sícula</i>	Cefalópodo	Csic
<i>Cranchia scabra</i>	Cefalópodo	Csca
<i>Dosidicus gigas</i>	Cefalópodo	Dgig
<i>Enoploteuthidae</i>	Cefalópodo	Enoploteuthidae
<i>Enoploteuthis sp.</i>	Cefalópodo	Enoploteuthis
<i>Enteroteuthis dofleini</i>	Cefalópodo	Edof
<i>Eucloteuthis luminosa</i>	Cefalópodo	Elum
<i>Galiteuthis pacifica</i>	Cefalópodo	Gpac
<i>Galiteuthis phyllura</i>	Cefalópodo	Gphy
<i>Galiteuthis sp.</i>	Cefalópodo	Galiteuthis
<i>Gonatopsis borealis</i>	Cefalópodo	Gbor
<i>Gonatus berryi</i>	Cefalópodo	Gber
<i>Gonatus californiensis</i>	Cefalópodo	Gcal
<i>Gonatus onyx</i>	Cefalópodo	Gony
<i>Gonatus pyros</i>	Cefalópodo	Gpyr
<i>Gonatus sp</i>	Cefalópodo	Gonatus
<i>Grimalditeuthis bonplandi</i>	Cefalópodo	Gbon
<i>Haliphron atlanticus</i>	Cefalópodo	Hatl
<i>Helicocranchi pfefferi</i>	Cefalópodo	Hpfe
<i>Histioteuthis heteropsins</i>	Cefalópodo	Hhet
<i>Histioteuthis hoylei</i>	Cefalópodo	Hhoy
<i>Histioteuthis sp</i>	Cefalópodo	Histioteuthis
<i>Hyaloteuthis pelágica</i>	Cefalópodo	Hpel
<i>Japetella heathi</i>	Cefalópodo	Jhea
<i>Leachia dislocata</i>	Cefalópodo	Ldis

<i>Leachia pacifica</i>	Cefalópodo	cLpac
<i>Leachia sp.</i>	Cefalópodo	Leachia
<i>Liocranchia reinhardti</i>	Cefalópodo	Lrei
<i>Loligo opalescens</i>	Cefalópodo	Lopa
<i>Loligo sp.</i>	Cefalópodo	Loligo
<i>Lolinginidae</i>	Cefalópodo	Lolinginidae
<i>Lolliguncula argus</i>	Cefalópodo	Larg
<i>Lolliguncula diomedae</i>	Cefalópodo	Ldio
<i>Lolliguncula panamensis</i>	Cefalópodo	Lpan
<i>Mastigoteuthis dentata</i>	Cefalópodo	Mden
<i>Mastigoteuthis pyrodes</i>	Cefalópodo	Mpry
<i>Mastigoteuthis ssp.</i>	Cefalópodo	Mastigoteuthis
<i>Octopoteuthis deletron</i>	Cefalópodo	Odel
<i>Octopus bimaculatus</i>	Cefalópodo	Obim
<i>Octopus rubescens</i>	Cefalópodo	Orub
<i>Octopus sp.</i>	Cefalópodo	Octopus
<i>Octopus vulgaris</i>	Cefalópodo	Ovul
<i>Ocythoe tuberculata</i>	Cefalópodo	Otub
<i>Omastrephes bartramii</i>	Cefalópodo	Obar
<i>Ommastrephidae spp</i>	Cefalópodo	Ommastrephidae
<i>Onychoteuthis banksii</i>	Cefalópodo	Oban
<i>Onychoteuthis borealjaponica</i>	Cefalópodo	Obor
<i>Onychoteuthis sp.</i>	Cefalópodo	Onychoteuthis
<i>Planctoteuthis oligobessa</i>	Cefalópodo	Poli
<i>Pterygioteuthis giardi</i>	Cefalópodo	Pgia
<i>Pyroteuthis addolux</i>	Cefalópodo	Padd
<i>Sthenoteuthis oualaniensis</i>	Cefalópodo	Soua
<i>Taonius borealis</i>	Cefalópodo	Tbor
<i>Thysanoteuthis rhombus</i>	Cefalópodo	Trho
<i>Vampyroteuthis infernalis</i>	Cefalópodo	Vinf
<i>Glebocarcinus amphioetus</i>	Crustáceo	Gamp
<i>Mothocya sp</i>	Crustáceo	Mothocya
<i>Alpheus sp.</i>	Crustáceo	Alpheus
<i>Euphausia diomedae</i>	Crustáceo	Edio
<i>Euphausia eximia</i>	Crustáceo	Eexi
<i>Euphausia gibboides</i>	Crustáceo	Egib
<i>Euphausia pacifica</i>	Crustáceo	Epac
<i>Euphausia recurva</i>	Crustáceo	Erec
<i>Euphausia sp.</i>	Crustáceo	Euphausia
<i>Gnathophausia ingens</i>	Crustáceo	Ging
<i>Hemisquilla ensigera californiensis</i>	Crustáceo	Hens
<i>Nematobranchion flexipes</i>	Crustáceo	Nfle
<i>Nematoscelis difficilis</i>	Crustáceo	Ndif

<i>Nyctiphanes simplex</i>	Crustáceo	Nsim
<i>Pasiphaea pacifica</i>	Crustáceo	Ppac
<i>Pasiphaea tarda</i>	Crustáceo	Ptar
<i>Pleuroncodes planipes</i>	Crustáceo	Ppla
<i>Thysanoessa gregaria</i>	Crustáceo	Tgre
<i>Thysanoessa spinifera</i>	Crustáceo	Tspi
<i>Thysanoessa spp.</i>	Crustáceo	Thysanoessa
<i>Calanus pacificus</i>	Crustáceo	Cpac
<i>Eucalanus bungii</i>	Crustáceo	Ebun
<i>Metridia spp.</i>	Crustáceo	Metridia
<i>Balaenoptera borealis</i>	Mamífero	Bbor
<i>Balaenoptera edeni</i>	Mamífero	Bede
<i>Balaenoptera musculus</i>	Mamífero	Bmus
<i>Balaenoptera physalus</i>	Mamífero	Bphy
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Mamífero	Bacu
<i>Berardius bairdii</i>	Mamífero	Bbai
<i>Delphinus capensis</i>	Mamífero	Dcap
<i>Delphinus delphis</i>	Mamífero	Ddel
<i>Delphinus sp.</i>	Mamífero	Delphinus
<i>Eschrichtius robustus</i>	Mamífero	Erob
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Mamífero	Gmac
<i>Kogia breviceps</i>	Mamífero	Kbre
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Mamífero	Lobl
<i>Lissodelphis borealis</i>	Mamífero	Lbor
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Mamífero	Mnov
<i>Mesoplodon</i>	Mamífero	Mesoplodon
<i>Mirounga angustirostris</i>	Mamífero	cMang
<i>Phoca vitulina</i>	Mamífero	Pvit
<i>Phocoenoides dalli</i>	Mamífero	Pdal
<i>Physeter macrocephalus</i>	Mamífero	Pmac
<i>Pseudorca crassidens</i>	Mamífero	Pcra
<i>Stenella attenuata</i>	Mamífero	Satt
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Mamífero	Scoe
<i>Stenella longirostris</i>	Mamífero	Slon
<i>Stenella sp.</i>	Mamífero	Stenella
<i>Tursiops truncatus</i>	Mamífero	Ttru
<i>Zalophus californianus</i>	Mamífero	Zcal
<i>Ziphius cavirostris</i>	Mamífero	Zcav
<i>Albatrosia pectoralis</i>	Pez	Apec
<i>Amphistichus argenteus</i>	Pez	iAarg
<i>Anchoa helleri</i>	Pez	Ahell
<i>Anchoa ischana</i>	Pez	Aisc
<i>Anchoa nasus</i>	Pez	Anas

<i>Anchoa sp</i>	Pez	Anchoa
<i>Anoplopoma fimbria</i>	Pez	Afim
<i>Antimora microlepis</i>	Pez	Amic
<i>Arctozenus risso</i>	Pez	Aris
<i>Argentina sialis</i>	Pez	Asia
<i>Argyropelecus affinis</i>	Pez	Aaff2
<i>Astronesthes indicus</i>	Pez	Aind
<i>Atherinops affinis</i>	Pez	Aaff3
<i>Atherinopsis californiensis</i>	Pez	Acal
<i>Aulopus bajacali</i>	Pez	Abaj
<i>Aulopus sp</i>	Pez	Aulopus
<i>Auxis rochei</i>	Pez	Aroc
<i>Auxis thazard</i>	Pez	Atha
<i>Bairdiella icistia</i>	Pez	Bici
<i>Bathylagus sp.</i>	Pez	Bathylagus
<i>Bathylagus stilbius</i>	Pez	Bsti
<i>Bellator xenissima</i>	Pez	Bxen
<i>Benthodesmus sp.</i>	Pez	Benthodesmus
<i>Benthoosema panamense</i>	Pez	Bpan
<i>Bodianus diplotaenia</i>	Pez	Bdip
<i>Bothrocarra molle</i>	Pez	Bmol
<i>Bregmaceros bathymaster</i>	Pez	Bbat
<i>Bregmaceros sp</i>	Pez	Bregmaceros
<i>Caranx sp.</i>	Pez	Caranx
<i>Carcharodon carcharias</i>	Pez	Ccar
<i>Caulolatilus affinis</i>	Pez	Caff
<i>Cephaloscyllium ventriosum</i>	Pez	Cven
<i>Cepola sp.</i>	Pez	Cepola
<i>Ceratoscopelus warmingii</i>	Pez	Cwar
<i>Cetengraulis misticetus</i>	Pez	Cmis
<i>Chauliodus macouni</i>	Pez	Cmac
<i>Chauliodus sloani</i>	Pez	Cslo
<i>Chauliodus sp.</i>	Pez	Chauliodus
<i>Chilara taylori</i>	Pez	Ctay
<i>Chromis punctipinnis</i>	Pez	Cpun
<i>Citharichthys sordidus</i>	Pez	Csor
<i>Citharichthys sp.</i>	Pez	Citharichthys
<i>Citharichthys stigmaeus</i>	Pez	Csti
<i>Citharichthys xantostigma</i>	Pez	Cxan
<i>Clupea pallasii</i>	Pez	Cpal
<i>Coelorinchus scaphopsis</i>	Pez	Csca
<i>Cololabis adocetus</i>	Pez	Cado
<i>Cololabis saira</i>	Pez	Csai

<i>Coryphaena hippurus</i>	Pez	Chip
<i>Coryphaenoides acrolepis</i>	Pez	Cacr
<i>Coryphaenoides sp.</i>	Pez	Coryphaenoides
<i>Cubiceps baxteri</i>	Pez	Cbax
<i>Cubiceps pauciradiatus</i>	Pez	Cpau
<i>Cubiceps sp.</i>	Pez	Cubiceps
<i>Cymatogaster aggregata</i>	Pez	Cagg
<i>Cynoscion parvipinnis</i>	Pez	Cpar
<i>Cynoscion reticulatus</i>	Pez	Cret
<i>Cynoscion ssp.</i>	Pez	Cynoscion
<i>Decapterus macarellus</i>	Pez	Dmac
<i>Decapterus ssp.</i>	Pez	Decapterus
<i>Diaphus garmani</i>	Pez	Dgar
<i>Diaphus jenseni</i>	Pez	Djen
<i>Diaphus luetkeni</i>	Pez	Dlue
<i>Diaphus parri</i>	Pez	Dpar
<i>Diaphus sp.</i>	Pez	Diaphus
<i>Diaphus theta</i>	Pez	Dthe
<i>Diogenichthys atlanticus</i>	Pez	Datl
<i>Diogenichthys laternatus</i>	Pez	Dlat
<i>Diplectrum macropoma</i>	Pez	Dmac3
<i>Diplectrum pacificum</i>	Pez	Dpac
<i>Diplectrum sp</i>	Pez	Diplectrum
<i>Diplophos taenia</i>	Pez	Dtae
<i>Diretmus argenteus</i>	Pez	Darg
<i>Dolichopteryx longipes</i>	Pez	Dlon
<i>Electrona risso</i>	Pez	Eris
<i>Embiotoca jacksoni</i>	Pez	Ejac
<i>Engraulis mordax</i>	Pez	Emor
<i>Entosphenus tridentatus</i>	Pez	Etri
<i>Eptatretus sp.</i>	Pez	Eptatretus
<i>Eptatretus stoutii</i>	Pez	Esto
<i>Eucinostomus argentus</i>	Pez	Earg
<i>Eurypharynx pelecanoides</i>	Pez	Epel
<i>Evermannella ahlstromi</i>	Pez	Eahl
<i>Exocoetus monocirrhus</i>	Pez	Emon
<i>Exocoetus volitans</i>	Pez	Evol
<i>Gempylus serpens</i>	Pez	Gser
<i>Genyonemus lineatus</i>	Pez	Glin
<i>Gerres cinereus</i>	Pez	Gcin
<i>Girella nigricans</i>	Pez	Gnig
<i>Glyptocephalus zachirus</i>	Pez	Gzac
<i>Gonostoma elongatum</i>	Pez	Gelo

<i>Gymnothorax sp.</i>	Pez	Gymnothorax
<i>Haemulopsis leusiscus</i>	Pez	Hleu
<i>Harengula thrissina</i>	Pez	Hthr
<i>Hemanthias sp</i>	Pez	Hemanthias
<i>Heterodontus francisci</i>	Pez	Hfra
<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Pez	Hste
<i>Hydrolagus colliei</i>	Pez	Hcol
<i>Hygophum proximum</i>	Pez	Hpro
<i>Hyperprosopon argenteum</i>	Pez	Harg
<i>Ichthyococcus irregularis</i>	Pez	Iirr
<i>Icichthys lockingtoni</i>	Pez	Iloc
<i>Icosteus aenigmaticus</i>	Pez	Iaen
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Pez	Ioxy
<i>Kathetostoma averruncus</i>	Pez	Kave
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Pez	Kpel
<i>Lagocephalus sp.</i>	Pez	Lagocephalus
<i>Lampadena luminosa</i>	Pez	Llum
<i>Lampadena sp.</i>	Pez	Lampadena
<i>Lampadena urophaos</i>	Pez	Luro
<i>Lampanyctus jordani</i>	Pez	Ljor
<i>Lampanyctus nobilis</i>	Pez	Lnob
<i>Lampanyctus parvoicauda</i>	Pez	Lpar
<i>Lampanyctus ssp.</i>	Pez	Lampanyctus
<i>Lampris guttatus</i>	Pez	Lgut
<i>Lepidopus sp.</i>	Pez	Lepidopus
<i>Lepophidium prorates</i>	Pez	Lpro
<i>Lepophidium stigmatistium</i>	Pez	Lsti
<i>Leptocottus armatus</i>	Pez	Larm
<i>Lestrolepis intermedia</i>	Pez	Lint
<i>Lobianchia gemellarii</i>	Pez	Lgem
<i>Lutjanus peru</i>	Pez	Lper
<i>Lycodes pacificus</i>	Pez	Lpac
<i>Lyopsetta exilis</i>	Pez	Lexi
<i>Magnisudis atlantica</i>	Pez	Matl
<i>Maurolicus muelleri</i>	Pez	Mmue
<i>Melamphaes sp.</i>	Pez	Melamphe
<i>Menticirrhus sp.</i>	Pez	Menticirrhus
<i>Menticirrhus undulatus</i>	Pez	Mund
<i>Merluccius angustimanus</i>	Pez	iMang
<i>Merluccius productus</i>	Pez	Mpro
<i>Micropogonias magalops</i>	Pez	Mmeg
<i>Microstomus pacificus</i>	Pez	Mpac
<i>Mugil cephalus</i>	Pez	Mcep

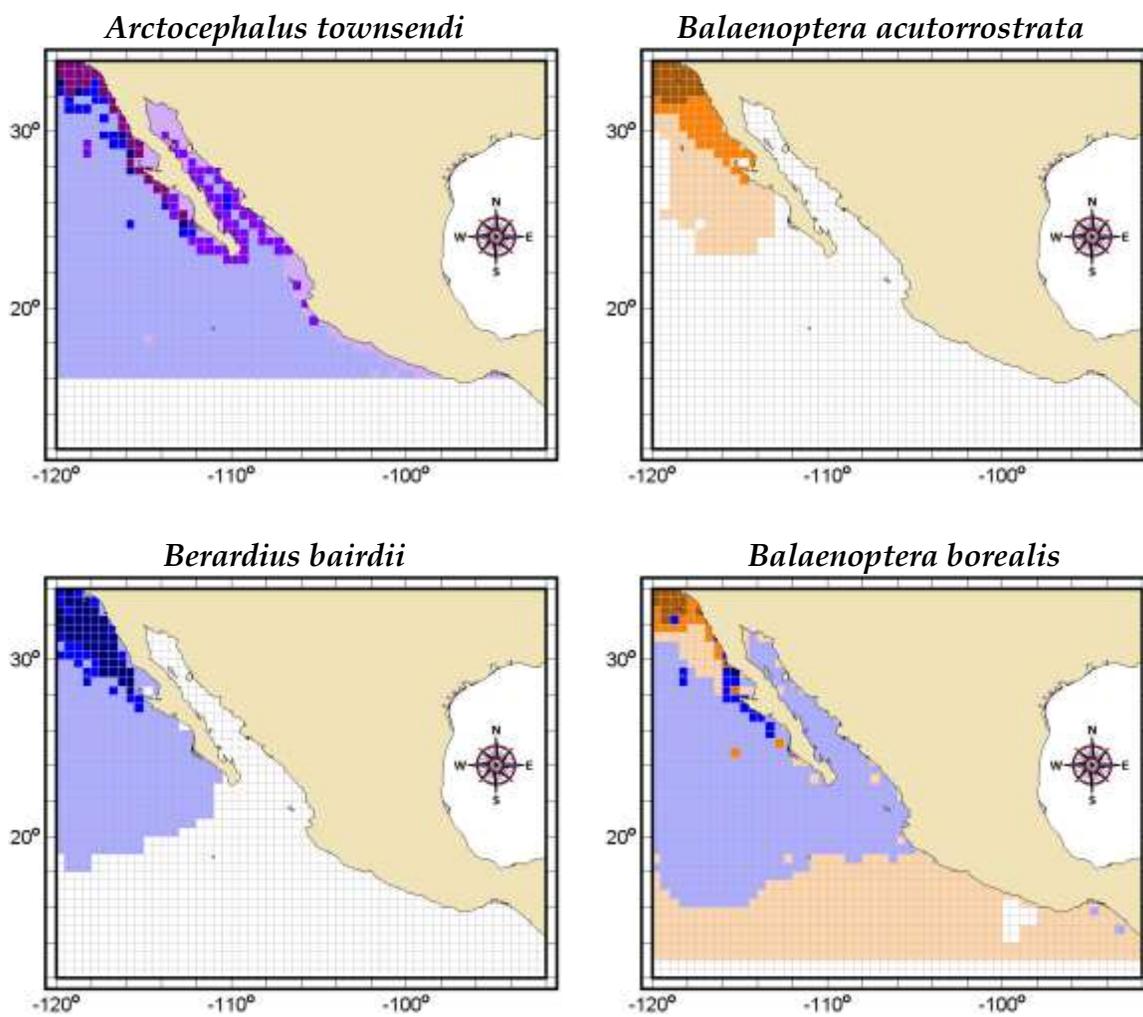
<i>Myctophideae</i>	Pez	Myctophidae
<i>Myctophum asperum</i>	Pez	Masp
<i>Myctophum aurolaternatum</i>	Pez	Maur
<i>Myctophum nitidulum</i>	Pez	Mnit
<i>Myctophum obtusirostre</i>	Pez	Mobt
<i>Myctophum sp.</i>	Pez	Myctophum
<i>Nannobranchium idostigma</i>	Pez	Nido
<i>Nannobranchium sp.</i>	Pez	Nannobranchium
<i>Nannobranchion regalis</i>	Pez	Nreg
<i>Nansenia sp</i>	Pez	Nansenia
<i>Neoscopelus sp.</i>	Pez	Neoscopelus
<i>Nesiarchus nasutus</i>	Pez	Nnas
<i>Notoscopelus resplendens</i>	Pez	Nres
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Pez	Okis
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Pez	Omyk
<i>Oncorhynchus sp.</i>	Pez	Oncorhynchus
<i>Opisthonema</i>	Pez	Opistonema
<i>Opisthonema libertate</i>	Pez	Olib
<i>Orthopristis reddingi</i>	Pez	Ored
<i>Oxyporhamphus micropterus</i>	Pez	Omic
<i>Paralabrax clathratus</i>	Pez	Pcla
<i>Paralabrax sp</i>	Pez	Paralabrax
<i>Paralepis sp.</i>	Pez	Paralepis
<i>Paralichthys californicus</i>	Pez	Pcal
<i>Paralichthys sp.</i>	Pez	Paralichthys
<i>Parophrys vetulus</i>	Pez	Pvet
<i>Peprilus simmillimus</i>	Pez	Psim
<i>Peprilus snyderi</i>	Pez	Psny
<i>Phanerodon furcatus</i>	Pez	Pfur
<i>Physiculus nematopus</i>	Pez	Pnem
<i>Platyrrhinoides triseriata</i>	Pez	Ptri
<i>Pomadasys panamensis</i>	Pez	Ppan
<i>Pontinus furcirhinus</i>	Pez	Pfur2
<i>Pontinus sp</i>	Pez	Pontinus
<i>Porichthys analis</i>	Pez	Pana
<i>Porichthys myriaster</i>	Pez	Pmyr
<i>Porichthys notatus</i>	Pez	Pnot
<i>Porichthys sp</i>	Pez	Porichthys
<i>Prionace glauca</i>	Pez	Pgla
<i>Prionotus</i>	Pez	Prionotus
<i>Pronotogrammus eos</i>	Pez	Peos
<i>Pronotogrammus multifasciatus</i>	Pez	Pmul
<i>Radulinus asprellus</i>	Pez	Rasp

<i>Raja binoculata</i>	Pez	Rbin
<i>Raja ssp.</i>	Pez	Raja
<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Pez	Rhip
<i>Rhacochilus vacca</i>	Pez	Rvac
<i>Roncador stearnsi</i>	Pez	Rste
<i>Rossenblattichthys volucris</i>	Pez	Rvol
<i>Sarda chiliensis lineolata</i>	Pez	Schi
<i>Sardinops sagax</i>	Pez	Ssag
<i>Scomber australasicus</i>	Pez	Saus
<i>Scomber japonicus</i>	Pez	Sjap
<i>Scopelarchus guentheri</i>	Pez	Sgue
<i>Scopelarchus sp.</i>	Pez	Scopelarchus
<i>Scopeloberyx sp.</i>	Pez	Scopeloberyx
<i>Scopelogadus mizolepis bispinosus</i>	Pez	Smiz
<i>Scopelogadus sp.</i>	Pez	Scopelogadus
<i>Scopelosaurus harryi</i>	Pez	Shar
<i>Sebastes sp.</i>	Pez	Sebastes
<i>Selar boops</i>	Pez	Sboo
<i>Selar crumenophtalmus</i>	Pez	Scru
<i>Seriola dumerili</i>	Pez	Sdum
<i>Seriola lalandi</i>	Pez	Slal
<i>Seriphus politus</i>	Pez	Spol
<i>Serranus aequidens</i>	Pez	Saeq
<i>Serrivomer beanii</i>	Pez	Sbea
<i>Sphyræna sp.</i>	Pez	Sphyræna
<i>Squalus acanthias</i>	Pez	Saca
<i>Squatina californica</i>	Pez	Scal2
<i>Stenobranchius leucopsarus</i>	Pez	Sleu
<i>Stenobranchius sp.</i>	Pez	Stenobranchius
<i>Strongylura exilis</i>	Pez	Sexi
<i>Sudis atrox</i>	Pez	Satr
<i>Sudis sp.</i>	Pez	Sudis
<i>Symbolophorus californiensis</i>	Pez	Scal1
<i>Symbolophorus evermanni</i>	Pez	Seve
<i>Symbolophorus sp.</i>	Pez	Symbolophorus
<i>Symphurus sp.</i>	Pez	Symphurus sp
<i>Synodus sp</i>	Pez	Synodus
<i>Thunnus albacares</i>	Pez	Talb
<i>Trachurus symmetricus</i>	Pez	Tsym
<i>Trichiurus lepturus</i>	Pez	Tlep
<i>Tylosurus acus melanotus</i>	Pez	Tacu
<i>Tylosurus crocodilus</i>	Pez	Tcro
<i>Umbrina roncador</i>	Pez	Uron

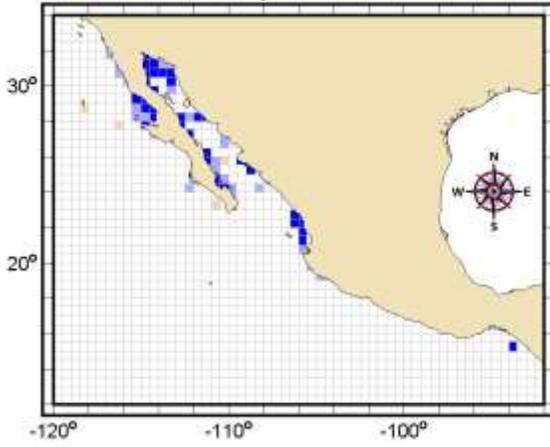
<i>Uroconger lepturus</i>	Pez	Ulep
<i>Xiphias gladius</i>	Pez	Xgla
<i>Dermochelys coriácea</i>	Reptil	Dcor
<i>Lepidochelys olivácea</i>	Reptil	Loli
<i>Salpa fusiformis</i>	Tunicado	Sfus
<i>Soestia zonaria</i>	Tunicado	Szon

9.2. Apéndice 2

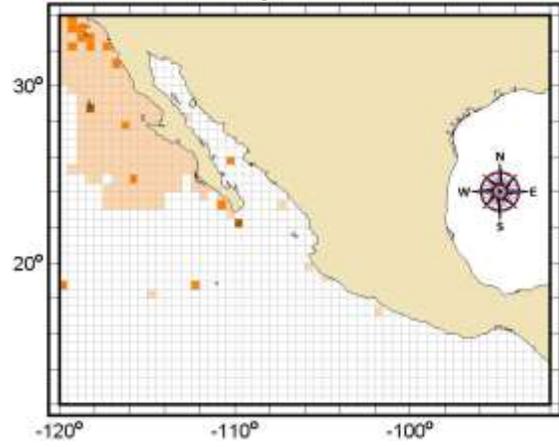
Mapas de distribución geográfica de la alimentación de 33 especies de mamíferos marinos que se distribuyen en el Pacífico mexicano.



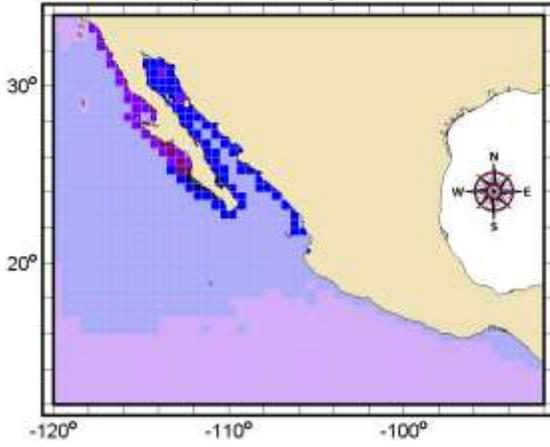
Balaenoptera edeni



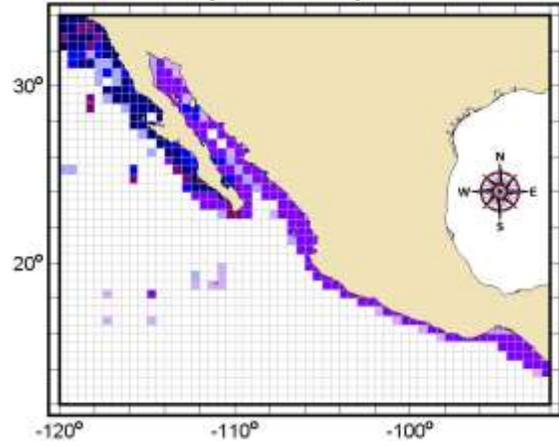
Balaenoptera musculus



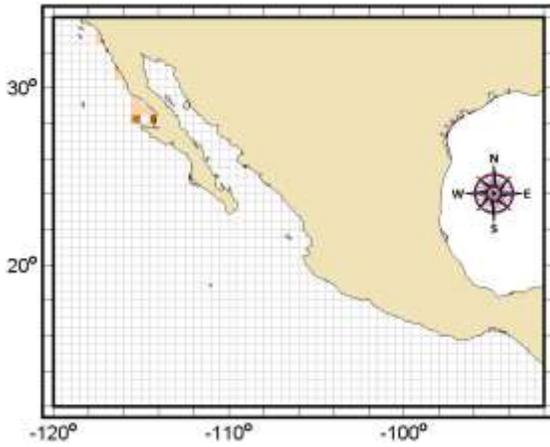
Delphinus capensis



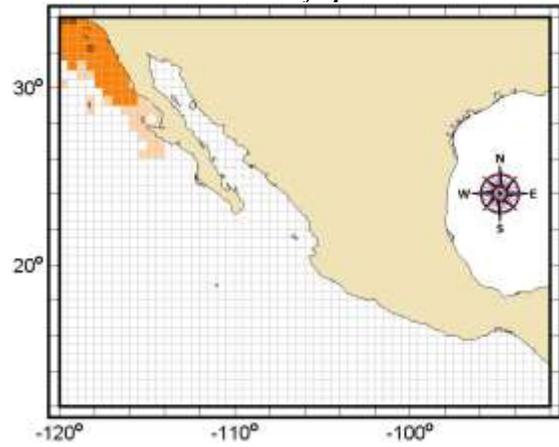
Delphinus delphis



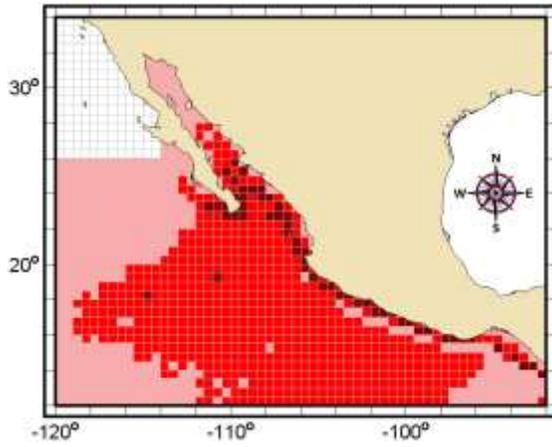
Eschrichtius robustus



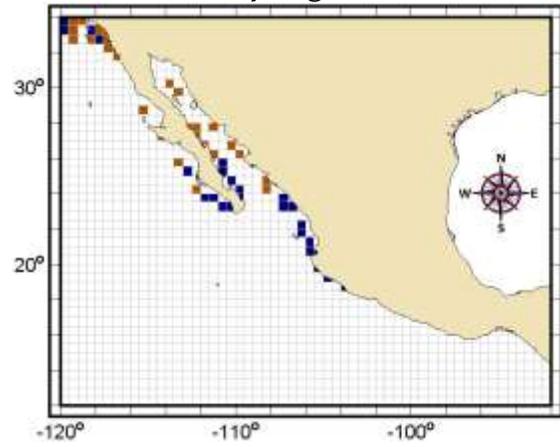
Eubalaena japonica



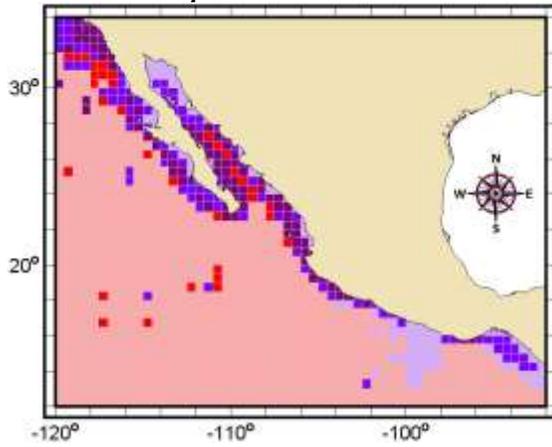
Feresa attenuata



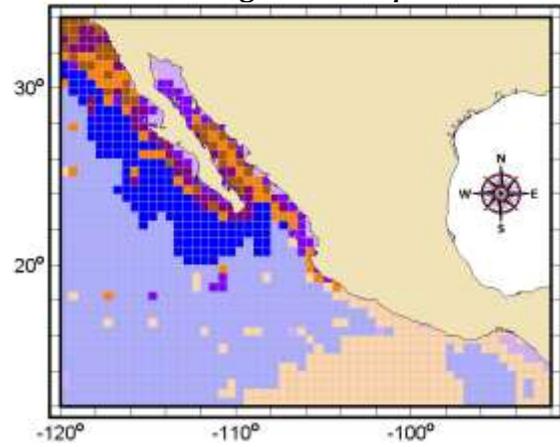
Grampus griseus



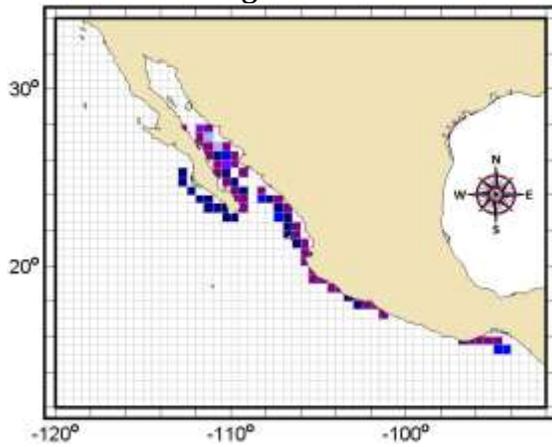
Globicephala macrorhynchus



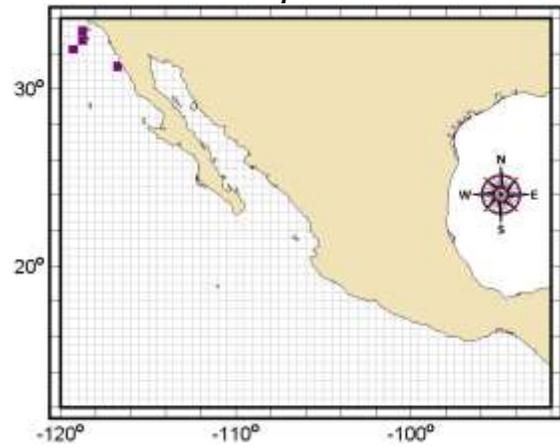
Kogia breviceps



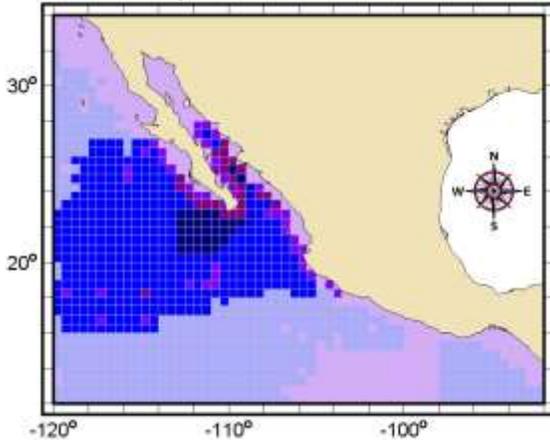
Kogia sima



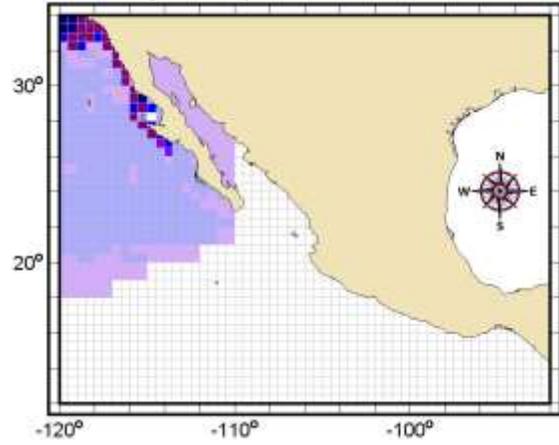
Lissodelphis borealis



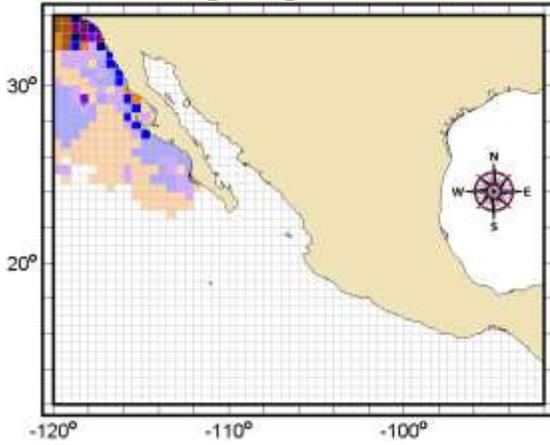
Lagenodelphis hosei



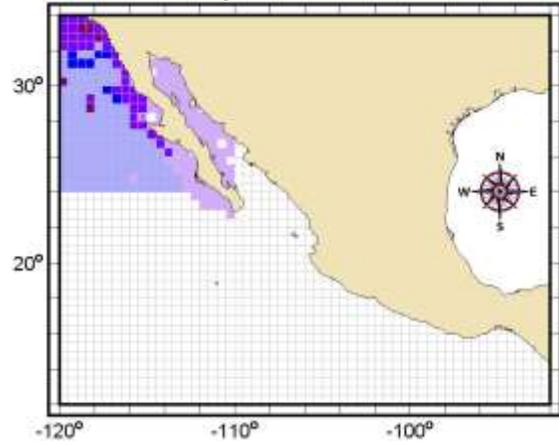
Lagenorhynchus obliquidens



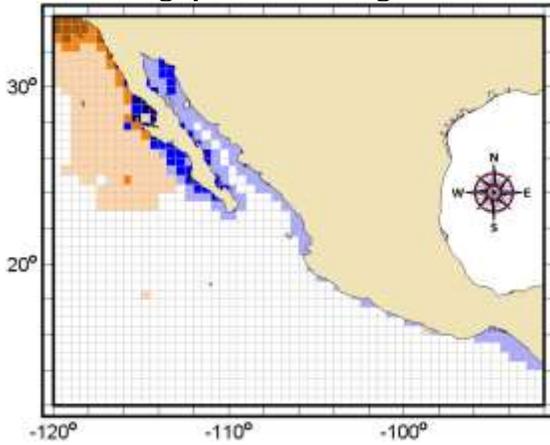
Mirounga angustirostris



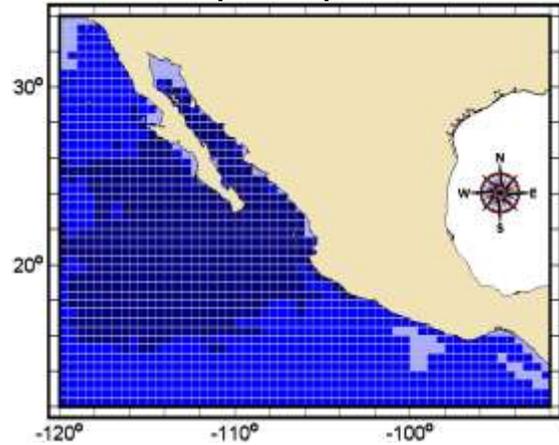
Mesoplodon carlhubssi



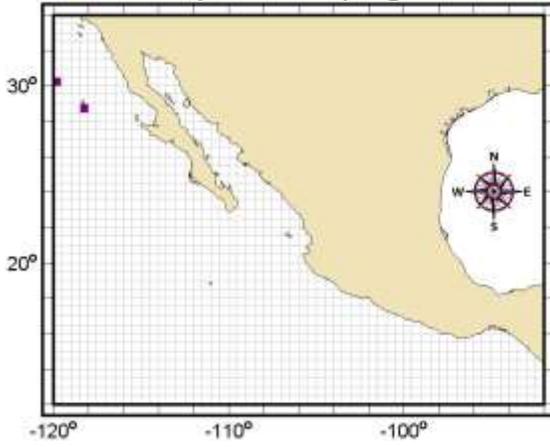
Megaptera novaengliae



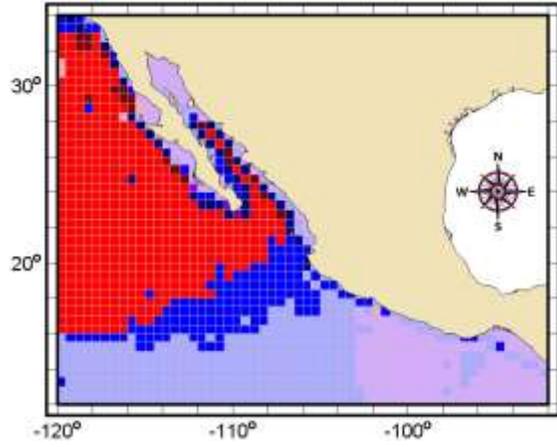
Mesoplodon peruvianus



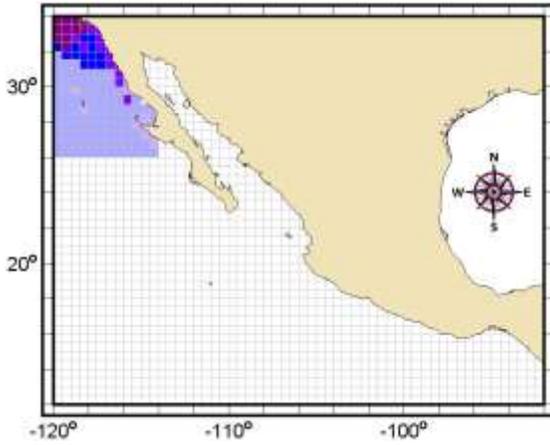
Mesoplodon stejnegeri



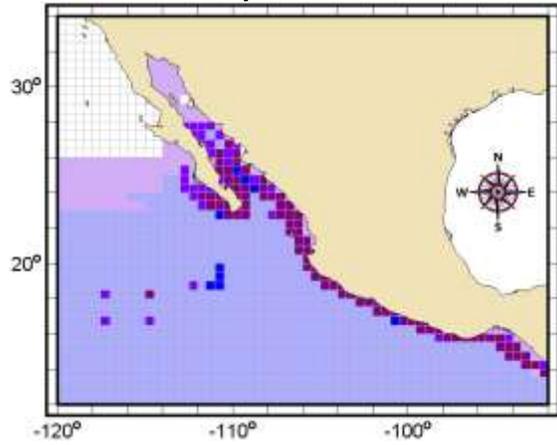
Pseudorca crassidens



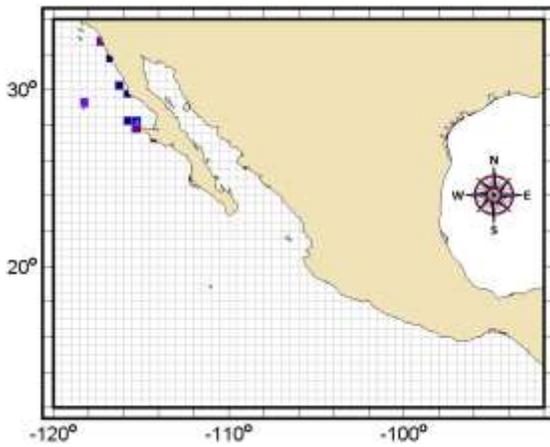
Phocoenoides dalli



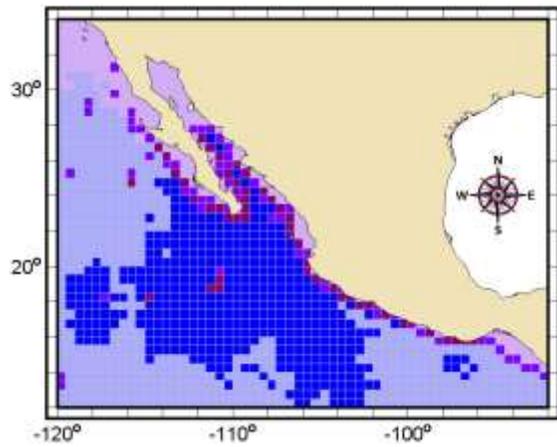
Pennocephala electra



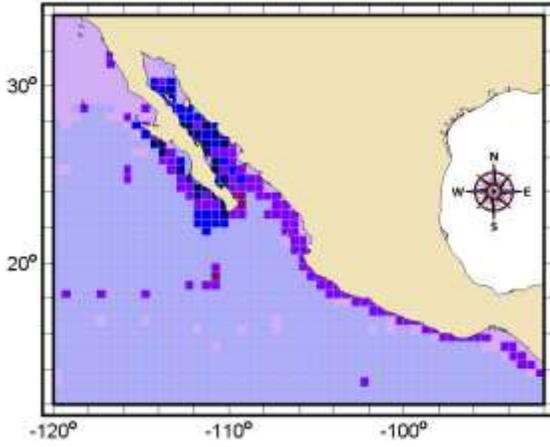
Phoca vitulina



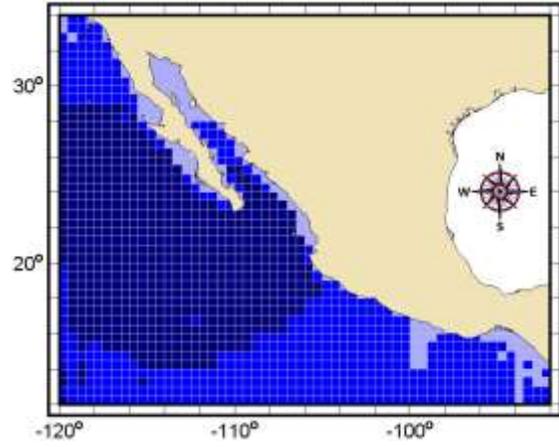
Stenella attenuata



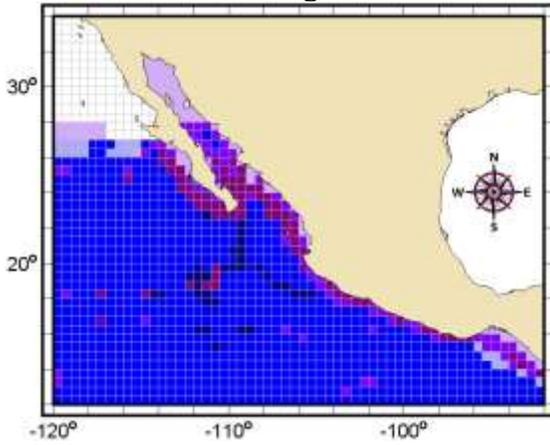
Steno bredanensis



Stenella coeruleoalba



Stenella longirostris



Ziphius cavirostris

