



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**DIVERSIDAD Y PATRONES BIOGEOGRÁFICOS DE
LOS MAMÍFEROS MARINOS EN EL PACÍFICO
ORIENTAL**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
B I Ó L O G A

PRESENTA:
ELIZABETH DENE B BRIONES VELÁZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS:
Dr. LUIS FERNANDO DEL MORAL FLORES
LOS REYES, IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, 2018





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

DEDICATORIA

A mi mamá Elizabeth, por haberme apoyado en todo momento durante mi carrera y todo lo que ésta implica, por sus consejos y regaños porque valen la pena escucharlos. Por no dejarme sola en este recorrido y ayudarme en todo lo que te es posible, gracias a ti soy quien soy y estoy orgullosa de ello, porque tú y mi hermana son lo mejor en mi vida y gracias a ustedes he llegado muy lejos.

A mi hermana Altaír, porque siempre ha sido mi apoyo en todo lo que hago, porque amo sus consejos y su paciencia para escuchar todo lo que te digo día con día, porque estuviste ahí siempre apoyándome con este trabajo y porque siempre serás mi mejor compañera de vida.

A mis abuelas Angie y Bety, y mis abuelos Pepe y Pepín, por sus enseñanzas y consejos que siempre tomo en cuenta para ser una mejor persona en la vida, porque siempre están apoyándome en todo lo que hago y nunca me han dejado sola.

A mis familiares con quienes he compartido tantas experiencias, por momentos agradables e inolvidables, porque estuvieron aquí presentes con todo su apoyo para el seguimiento de este trabajo que por fin después de tiempo ya concluyo.

A mis amigos y compañeros que conozco desde la primaria, secundaria, ENP3 y FES Iztacala, con quienes he compartido tantas experiencias dentro y fuera de la UNAM, gracias por todos esos momentos que pasamos juntos y por hacer de mis días los mejores, por estar ahí alentándome a seguir adelante con este trabajo y por no dejarme rendir cuando sentía que era interminable. A mis compis CAPEGOLCOS porque con ustedes viví una de las mejores experiencias de mi vida que fue haber realizado un crucero en el B/O El Puma, y porque incluso después de eso seguimos siendo buenos amigos.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente a mi tutor Fernando del Moral por haberme aceptado como su alumna y querer trabajar conmigo este tema de tesis que tanto me apasiona. Infinitas gracias por tus consejos, tu paciencia de explicarme las cosas, por las aportaciones a este trabajo y sobre todo por el apoyo que me brindaste desde el primer hasta el último día para poder sacar adelante este trabajo, porque además de un excelente tutor eres una gran persona a la que admiro mucho.

A mis sinodales Patricia Ramírez, Leticia Espinoza, Rodolfo Collazo y Tizoc Altamirano, mi más sincero agradecimiento por haber aceptado la revisión de este trabajo de tesis; por su tiempo, dedicación, excelentes aportaciones y observaciones que lograron la mejoría de este trabajo.

A mi hermosa y querida FES Iztacala donde viví los años más maravillosos que pude imaginar y donde he pasado el mayor tiempo los últimos años de mi vida (mi segunda casa), donde conocí a mis más queridos amigos y profesores que marcaron mi vida por completo, y sobre todo porque después de un largo recorrido, estoy concluyendo la etapa más importante de mi vida.

A la UNAM, por haberme abierto las puertas de su casa y darme la oportunidad de ser parte de esta comunidad, porque desde que fui aceptada como universitaria en la ENP3 sentí un orgullo pertenecer a la Máxima casa de estudios.

¡MÉXICO, PUMAS, UNIVERSIDAD!



ÍNDICE

Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
I. Introducción.....	1
II. Antecedentes.....	9
III. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo general.....	13
3.2 Objetivos particulares.....	13
IV. Material y métodos.....	14
4.1 Área de estudio.....	14
4.2 Recopilación de datos.....	15
4.3 Información georreferenciada.....	16
4.4 Análisis de diversidad.....	16
4.4.1 Estimación de la riqueza y gradiente latitudinal.....	18
4.5 Análisis de similitud.....	18
4.6 Análisis de ordenación.....	19
4.7 Análisis Biogeográfico.....	19
4.7.1 Afinidad zoogeográfica.....	20
4.7.2 Gradiente latitudinal.....	22
V. Resultados.....	23
5.1 Fuentes bibliográficas y museográficas.....	23
5.2 Análisis de diversidad de la mastofauna marina.....	23
5.2.1 Estimación de la riqueza y gradiente latitudinal.....	27
5.3 Análisis de similitud.....	29
5.4 Análisis de ordenación.....	31
5.5 Análisis Biogeográfico.....	33
5.5.1 Afinidad zoogeográfica.....	42
5.5.1.1 Especies neárticas.....	43
5.5.1.2 Especies neotropicales.....	44
5.5.1.3 Especies circuntropicales.....	45
5.5.1.4 Especies cosmopolitas.....	46
5.5.1.5 Especies endémicas.....	46
5.5.1.6 Especies con microendemismos.....	47
5.5.2 Gradiente latitudinal y afinidades zoogeográficas por secciones.....	47
5.5.2.1 Intervalos de 5° latitudinales.....	47
5.5.2.2 Intervalos de 10° latitudinales.....	54
VI. Discusión.....	58
VII. Conclusiones.....	70



VIII.	Literatura citada.....	71
IX.	Apéndice 1.....	87



RESUMEN

A diferencia del grupo de los mamíferos terrestres, son poco conocidos los patrones de distribución de los mamíferos marinos, los cuales tienen gran relevancia para predecir aspectos básicos de biología, puntos de macroecología, aprovechamiento y conservación. Es por ello que la presente disertación tiene como objetivo conocer la riqueza específica y distribución de los mamíferos marinos que se encuentran a lo largo del Pacífico Oriental (PO). La investigación se fundamentó en la generación de una base de datos, a través de la consulta de fuentes museográficas y bibliográficas, dicha base se compone de un total de 4,104 registros depurados y verificados taxonómicamente, donde el 66.12% proviene de la literatura científica y el resto de las colecciones museográficas. El elenco sistemático está compuesto por dos órdenes, dos subórdenes, 15 familias, 45 géneros y 77 especies. Con base en los datos de presencia y ausencia se cuantificó la diversidad específica por intervalos de 1°, 5° y 10° latitudinales a lo largo del PO. De manera general, las latitudes 30° (49 spp.), 40° (40 spp.) y 50° (41 spp.) tuvieron la mayor riqueza específica. La similitud faunística existente entre las diversas unidades geográficas se evaluaron mediante el Índice de Similitud de Jaccard y el algoritmo de agrupación UPGMA, definiéndose cuatro grupos en el intervalo de 5° y cinco en el intervalo de 10°. El mayor número de registros corresponde a la zona costera tanto de la región continental como insular, y éstos se concentran en la parte occidental de Estados Unidos y México y en el sur en Ecuador, Perú y Chile. La diversidad de mamíferos marinos manifiesta un patrón de incremento conforme se avanza latitudinalmente de los polos hacia el ecuador. Las afinidades biogeográficas de las especies mostraron un mayor porcentaje de elementos afines a las provincias Oregoniana, Sandieguina, Sinus-Californiana (63.63% cada una) y Peruano-Chilena (62.3%). Los patrones de distribución reflejan que el 37.7% (26 spp.) de las especies tienen distribución neártica, 24.6% (19) son neotropicales, 23.4% circuntropicales, 11.7% (9) son cosmopolitas y endémicas 11.7% (7), y 7.8% (6) presentan microendemismos.

Palabras clave: Biogeografía, mastofauna, similitud faunística, dendogramas.



ABSTRACT

Unlike the group of terrestrial mammals, the distribution patterns of marine mammals are little known, which have great relevance for predicting basic aspects of biology, points of macroecology, use and conservation. That is why this dissertation aims to know the specific richness and distribution of marine mammals found throughout the Eastern Pacific (PO). The research was based on the generation of a database, through the consultation of museographic and bibliographic sources, this base is composed of a total of 4,104 taxonomically verified and verified records, where 66.12% comes from the scientific literature and the rest of the museographic collections. The systematic cast is composed of two orders, two suborders, 15 families, 45 genera and 77 species. Based on the presence and absence data, the specific diversity was quantified by intervals of 1°, 5° and 10° latitudinal along the PO. In general, latitudes 30° (49 spp.), 40° (40 spp.) and 50° (41 spp.) had the highest specific richness. The faunal similarity between the different geographical units was evaluated using the Jaccard Similarity Index and the UPGMA grouping algorithm, defining four groups in the 5° interval and five in the 10° interval. The largest number of records corresponds to the coastal zone of both the continental and insular regions, and these are concentrated in the western part of the United States and Mexico, and in the south in Ecuador, Peru and Chile. The diversity of marine mammals shows a pattern of increase as it advances latitudinally from north to south. The biogeographical affinities of the species showed a higher percentage of related elements to the provinces Oregoniana, Sandieguina, Sinus-Californiana (63.63% each one) and Peruvian-Chilean (62.3%). Distribution patterns reflect that 37.7% (26 spp.) of the species have nearctic distribution, 24.6% (19) neotropicals, 23.4% (18) circumtropical, 11.7% (9) are cosmopolitan and endemic 11.7% (7), and 7.8% (6) are microendemics.

Key words: Biogeography, mastofauna, faunal similarity, dendograms.



I. INTRODUCCIÓN

Los mamíferos son animales vertebrados, placentados, tienen glándulas mamarias que producen leche con la que alimentan a sus crías durante los primeros meses de vida, son endotérmicos y homeotermos, y tienen el cuerpo total o parcialmente cubierto de pelo (Villaverde, 2011). Como casi todos los otros tetrápodos, evolucionaron en tierra de ancestros terápsidos a finales del Triásico, hace unos 200 millones de años (Luo, 2007). Desde entonces, han tenido que adaptarse a cambiantes condiciones ambientales que marcaron su evolución, dando lugar a una gran diversificación anatómica, fisiológica y de comportamiento, propias del grupo. Esto les ha permitido habitar todos los ecosistemas del planeta (Reeves *et al.*, 2005).

Los mamíferos marinos son un grupo polifilético conformado por al menos siete linajes evolutivos monofiléticos distintos de mamíferos que regresaron independientemente al mar (Berta, 2012). Incluyen un conjunto diverso de especies que tienen representantes en tres órdenes: Cetacea (Cetartiodactylos) donde se incluyen a los Mysticeti (ballenas) y Odontoceti (delfines y marsopas); Carnivora que incluye a los Otariidae (lobos marinos), Phocidae (focas), Odobenidae (morsas), Mustelidae (nutrias marinas) y Ursidae (oso polar); y Sirenia que incluye a Trichechidae (manatíes o vacas de mar) y Dugongidae (dugongos Berta *et al.*, 2015). Los mamíferos marinos fueron más diversos en el pasado e incluyen grupos extintos como los desmostilianos similares a los hipopótamos, el extraño oso marino *Kolponomos* y el perezoso acuático *Thalassocnus* (Berta *et al.*, 2006).

Adaptación a la vida acuática. La vida acuática de los mamíferos marinos requiere diversas adaptaciones morfológicas, incluyendo cambios en el tamaño y la forma del cuerpo en comparación con sus parientes terrestres (Berta, 2012). En la actualidad se reconocen cerca de 130 especies vivientes de mamíferos que dependen del océano para cubrir la mayor parte o la totalidad de sus necesidades de vida. Entre ellos difieren el grado en el que están adaptados a este hábitat; por ejemplo los pinnípedos, las nutrias de mar y los osos polares pasan algún tiempo en tierra o hielo para dar a luz, descansar y para mudar, mientras que los cetáceos y sirenios son totalmente acuáticos (Berta *et al.*, 2006).

Los mamíferos marinos muestran grandes adaptaciones anatómicas y fisiológicas. La forma hidrodinámica del cuerpo y la transformación de las extremidades en aletas, favorece la natación (Reeves *et al.*, 2005). Los ojos, nariz, oídos y extremidades han cambiado en asociación con su capacidad de vivir en una variedad de ambientes acuáticos alrededor del mundo, incluyendo agua



salada, agua salobre y agua dulce; ocupando ríos, costas y el océano abierto (Berta, 2012). En los cetáceos y sirenios, los miembros posteriores están prácticamente ausentes y la locomoción se logra mediante movimientos verticales de la aleta caudal y las aletas pectorales; los pinnípedos tienen miembros delanteros y posteriores modificados como aletas que los propulsan en el agua y que son útiles para la locomoción en tierra (Brazier, 1930; Berta *et al.*, 2006). Algunas especies han desarrollado sistemas sensoriales para la captación y emisión de sonidos en el medio acuático, lo que les permite detectar a sus presas, orientarse y comunicarse entre sí (Reeves *et al.*, 2005). Para soportar las bajas temperaturas del agua, logran el efecto de aislamiento con gruesas capas de grasa, cubierta de pelaje impermeable, y mecanismos fisiológicos que les permiten resguardar su temperatura corporal (Reeves *et al.*, 2005).

La talla en los organismos es el resultado de diferentes presiones de selección, tanto fisiológicas como ecológicas (Brown *et al.*, 1993). En el caso de los mamíferos marinos la variación es de casi 2 órdenes de magnitud (Ceballos y Oliva, 2005). El mysticeto más grande es la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) con una longitud de 33 m y un peso de 160 toneladas. El odontoceto más grande es el cachalote (*Physeter macrocephalus*) con una longitud de hasta 20 m y un peso de 57 toneladas, y el más pequeño es la vaquita marina (*Phocoena sinus*) con un peso de hasta 50 kg y una longitud de 1.5 m. Los sirenios llegan a medir de 2 a 4 m y pesar hasta 500 kg. El carnívoro marino más pequeño es la nutria marina (*Enhydra lutris*) que pesa entre 20 y 45 kg y mide de 1 a 1.7 m, el más grande es el oso polar (*Ursus maritimus*) que llega a alcanzar una longitud de hasta 3 m y un peso de 700 kg (Jefferson *et al.*, 2008).

Ecología, distribución y hábitat. La distribución de los mamíferos marinos está relacionada con (Bowen y Siniiff, 1999): 1) el hábitat, que incluye el tipo de sustrato, temperatura, salinidad y batimetría; 2) los factores biológicos, que incluyen la productividad, la distribución y abundancia de los depredadores, competidores y presas; 3) los factores demográficos, que incluyen el tamaño poblacional, edad, sexo y estado reproductivo; 4) las adaptaciones de la especie, que incluyen la morfología, fisiología y la conducta, y 5) los efectos antropogénicos, que incluyen los contaminantes como materiales tóxicos y sonido. Estos factores delimitan o describen la distribución de las presas y el uso de hábitat de los mamíferos marinos (Jaquet y Whitehead, 1996; Bräguer *et al.*, 2003).

Los patrones de distribución son, generalmente, resultado de un proceso macroevolutivo en donde el tamaño del cuerpo juega un papel importante, que da como resultado una relación especie-específica en la que los procesos



energéticos son determinantes (Clauset y Erwin, 2008). Se pueden identificar dos patrones principales de la distribución moderna de mamíferos marinos: 1) cosmopolita y 2) disyunta. Muchas especies tienen distribuciones amplias, o cosmopolitas, que habitan en la mayoría de los océanos del mundo. Ejemplos de cetáceos que tienen distribuciones cosmopolitas son el delfín común (*Delphinus delphis*), la falsa orca (*Pseudorca crassidens*) y el delfín de Risso (*Grampus griseus* Gaskin, 1982). Además, varios pinnípedos ampliamente distribuidos, como la foca común (*Phoca vitulina*), pueden vivir en una amplia gama de entornos, incluidas las zonas costeras, las bahías y los estuarios, así como los lagos de agua dulce (Ray, 1976; Deméré *et al.*, 2003).

Algunos mamíferos marinos pueden tener una amplia distribución o estar limitados a un área particular. Algunos ejemplos con ocurrencia restringida en aguas templadas o antárticas (es decir, distribuciones circunpolares) incluyen el narval (*Monodon monoceros*) y la beluga (*Delphinapterus leucas*), distribuidos en aguas árticas y subárticas. Las ocurrencias naturalmente restringidas a un área particular también se conocen como distribuciones endémicas. Los delfines de río son ejemplos de distribuciones restringidas, y así tenemos al delfín rosado (*Inia geoffrensis*), el delfín chino de río (*Lipotes vexillifer*) y el delfín del Ganges (*Platanista gangetica minor* Gaskin, 1982).

Otros mamíferos marinos se encuentran en múltiples regiones separadas por una barrera geográfica. Estas son distribuciones antitropicales o disyuntas. Las distribuciones antitropicales involucran diferentes poblaciones de la misma especie o especies hermanas separadas por el ecuador. Por ejemplo, en el caso del género de marsopas *Phocoena*, un miembro de un par de especies, la vaquita marina (*P. sinus*), ocupa la región templada/subtropical del hemisferio norte y la marsopa de Burmeister (*P. spinipinnis*) ocupa un hábitat similar del hemisferio sur. Otro ejemplo es el delfín liso del norte (*Lissodelphis borealis*), que se encuentra en el Pacífico Norte, y el delfín liso del sur (*L. peronii*), que vive en el hemisferio sur. El género de zifios *Berardius* tiene un patrón de distribución similar con el zifio de Baird (*B. bairdii*) en el Pacífico templado del Norte y el zifio de Arnonx (*B. arnuxii*) en aguas templadas y polares del Océano Austral (Gaskin, 1982). Entre los pinnípedos, las distribuciones antitropicales están ejemplificadas por los elefantes marinos del norte y del sur (*Mirounga* spp. Deméré *et al.*, 2003).

Los patrones de variación térmica del agua superficial, tanto geográfica como estacionalmente, son características adicionales que parecen influir fuertemente en los patrones de distribución del presente y pasado de las especies de mamíferos marinos (Berta *et al.*, 2006).



Aunque unas pocas especies permanecen en sistemas polares y subpolares durante todo el año, las ballenas barbadas, con la excepción de la ballena de Groenlandia *Balaena mysticetus*, ejemplifican el enfoque más común de explotación de estos sistemas de producción de alta latitud, existe alimentación intensiva de verano en los mares polares y subpolares, seguido de migraciones de larga distancia a latitudes bajas donde pasan los meses de invierno (Berta *et al.*, 2015). El comportamiento típico de todos los grandes misticetos de ambos hemisferios consiste en una alimentación intensiva de verano en alta latitud seguida de migraciones a latitudes bajas en los meses de invierno (Hucke-Gaete *et al.*, 2013). Por tanto, el parto como el aparente apareamiento ocurren en aguas cálidas y a menudo protegidas (Best, 1982).

A pesar de que muchos vertebrados migran largas distancias entre temporadas de crianza, los elefantes marinos del norte y del sur son los primeros en hacer una doble migración cada año. Sus movimientos anuales individuales de 18,000 a 21,000 km rivalizan con la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) y las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en términos de la mayor distancia recorrida (McSweeney *et al.*, 1989).

Tradición y cultura. Los mamíferos marinos son un grupo de animales que el ser humano reconoce desde hace muchos años (IFAW, 2001). Han estado presentes en tradiciones, mitologías y expresiones culturales de diferentes civilizaciones (e.g. gráficos de ballenas, marsopas y delfines que fueron plasmados en mosaicos, dibujos de focas y delfines en pedazos de cornamenta de renos y en las paredes de cuevas) desde los tiempos paleolíticos (Baisre *et al.*, 2009; Berta *et al.*, 2015).

Este grupo es para el humano uno de los de mayor importancia, debido a que ha sido una fuente relevante de materiales indispensables para su supervivencia, entre los que destacan los productos cárnicos, peleteros y óseos (Álvarez *et al.*, 2015). Sin embargo, también son uno de los grupos de animales que más se han explotado, algunas especies han sido cazadas hasta su extinción como la vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*), la cual fue descubierta en 1741 en la Isla de Bering, cerca de las Islas Aleutianas en Alaska, y tras la intensa explotación realizada por cazadores rusos y exploradores, desapareció por completo en 1768 (Reynolds y Odell, 1991). Otros ejemplos son la foca monje del Caribe (*Monachus tropicalis*) y de la cual no se observan ejemplares libres desde 1952 creyéndose extinta. Existen otras poblaciones que han sido erradicadas de manera local como: la nutria marina (*Enhydra lutris*) se extinguió por cacería excesiva en las aguas de Baja California al inicio del siglo XX (Medrano *et al.*, 2007); la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) fue víctima de una caza hasta el grado de extinción y la cual además de distribuirse en el Pacífico norte también lo hizo en el Atlántico norte, en donde los últimos registros que se tienen de esta



población datan de principios del siglo XVIII (Dudley, 1725). Otras especies han alcanzado un punto crítico de sus poblaciones donde son incapaces de recuperarse por los efectos de la cacería comercial (IFAW, 2001). Actualmente, están en riesgo de extinción el manatí (*Trichechus manatus*), cazado desde tiempos prehispánicos y cuyos hábitats en la actualidad están muy reducidos y perturbados, y la vaquita marina (*Phocoena sinus*), endémica de una pequeña región en el Alto Golfo de California (Medrano *et al.*, 2007).

A este respecto, la captura de mamíferos marinos más intensa se realizó entre los siglos XVIII y XX, principalmente en las aguas del Pacífico Noroccidental (Haley, 1978) por las flotas rusas, británicas y americanas atraídas por su gran diversidad y abundancia (Scammon, 1874; Torres *et al.*, 1995). La explotación excesiva provocó una severa baja en las poblaciones, la fragmentación de áreas de distribución y extinción de algunas especies (Leatherwood *et al.*, 1983; Calambokidis y Barlow, 2004; Perrin *et al.*, 2009). Aunado a esto, estas especies enfrentan una serie de amenazas como la degradación del hábitat, la contaminación, las capturas incidentales y las colisiones de buques, entre muchos otros factores (Bearzi *et al.*, 2004; Niño *et al.*, 2015).

Conservación. Hoy en día existen convenciones y organizaciones internacionales para la protección de los mamíferos marinos, que trabajan en la recuperación y conservación de las especies con base en la investigación y promoción de la misma (Gaskin, 1982), entre ellas destacan: La Comisión Ballenera Internacional para la Caza de la Ballena (CBI) que fue establecida bajo la Convención Internacional para la Regulación de la Caza y se firmó en Washington D.C. el 2 de diciembre de 1946 (National Marine Fisheries Service, 1991); el Consejo de Conservación de la Naturaleza (NCC) que en 1978 publicó un documento titulado *Propuestas concernientes a los cetáceos* (Klinowska, 1978) en apoyo a la propuesta del gobierno del Reino Unido para incorporar a todas las especies de cetáceos dentro de la Convención sobre el Intercambio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES); el Libro Rojo de especies amenazadas de delfines, marsopas y ballenas de la IUCN (Klinowska, 1991) que muestra los antecedentes detallados de 79 especies de cetáceos y presenta un diagnóstico de éstas mediante el Plan de Acción para la Conservación de delfines, marsopas y ballenas; el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2000) que se concretó, revisó y actualizó, y ahora se cuenta con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 para la protección ambiental de especies de flora y fauna silvestres de México; y, el Plan de acción para la conservación de los cetáceos del mundo 2002-2010 (Reeves *et al.* 2003). Estos son sólo algunos ejemplos de los esfuerzos por conservar y proteger a las especies de mamíferos marinos.



PACÍFICO ORIENTAL

En el océano Pacífico existe una amplia variedad de ecosistemas tropicales, subtropicales y templados, con complejos sistemas de corrientes marinas y otros procesos oceanográficos permanentes y estacionales (CPPS/PNUMA, 2012). Esta combinación de diversidad de ecosistemas y alta productividad ha fomentado una alta diversidad de especies de cetáceos en esta región. De manera particular, en el Pacífico Oriental (PO) habitan alrededor de 40 especies de cetáceos, incluyendo ocho ballenas de barba (Mysticeti Jefferson *et al.*, 2008). La mayoría de estas especies tienen una amplia distribución, algunas son migratorias y otras residentes, pero también existen especies de distribución restringida como el endémico delfín chileno *Cephalorhynchus eutropia* y la amenazada vaquita *Phocoena sinus* del alto golfo de California (CPPS/PNUMA, 2012 y Lara *et al.*, 2008). Esto las convierte en lugares de gran interés desde el punto de vista ecológico y económico, y de ahí la necesidad de estudiarlos mejor.

El Pacífico Oriental Tropical (POT) incluye las provincias biogeográficas de Cortez, Mexicana y Panameña (Hastings, 2000). La Provincia de Cortez se extiende desde Bahía Magdalena (24°37'N: 112°09'O), incluye todo el Golfo de California, hasta Topolobampo, Sinaloa. La Provincia Mexicana comprende desde Mazatlán hasta el Golfo de Tehuantepec, incluyendo las Islas Marías y Revillagigedo (IRE). Luego se presenta la Discontinuidad Centroamericana hasta el Golfo de Fonseca, Costa Rica, en la que son raros los fondos rocosos, y, por último, la Provincia Panameña que se extiende desde el Golfo de Fonseca hasta Punta Aguja (05°48'S:81°06'O) en Perú, incluyendo las Islas Galápagos. También se incluye dentro del POT, más por su relevancia para la biodiversidad del mar profundo, la expansión del piso oceánico en 21°N (20°50'N: 109°06'O), de la cuenca de Guaymas (27°01'N: 111°25'O), y aquella en las inmediaciones del archipiélago de las Galápagos (Salazar y Londoño, 2004).

Las zonas más importantes de surgencias costeras en el Océano Pacífico están asociadas con dos grandes centros de alta presión atmosférica: uno en el hemisferio norte en Oregon y California (EUA), en Baja California y el otro en el hemisferio sur frente a Chile y Perú (Lara *et al.*, 2008). A lo largo de las costas de Chile y Perú se extiende la Corriente de Humboldt, una corriente de agua fría rica en nutrientes con zonas de intensas surgencias cerca de la costa, con una productividad promedio entre 150 y 300 gC/m²-año (Heileman, *et al.*, 2008). La zona exterior del Golfo de Guayaquil y Ecuador es también una zona de alta productividad causada por la formación del frente Ecuatorial, donde se encuentran masas de agua de la Corriente fría de Humboldt por el sur y la de Panamá por el norte (Cucalón, 1996). La zona central del Pacífico oriental es considerada una



zona de productividad alta ($>300 \text{ gC/m}^2\text{-año}$), con zonas de surgencias a lo largo de Centroamérica e importantes aportes de nutrientes por escorrentías en la parte sur (Bakun, *et al.*, 1999; Kessler, 2006; Heilman, 2008).

En las surgencias hay un importante suministro de nutrientes inorgánicos hacia la zona eufótica, que junto con la luz son adecuados para el crecimiento del fitoplancton, generando una alta producción biológica. Las regiones donde se presentan estos procesos de surgencias, están asociadas a pesquerías importantes y a una alta diversidad y riqueza de especies de cetáceos. Esta riqueza deriva de la confluencia de corrientes frías y cálidas, una oceanografía dinámica y una topografía del fondo marino compleja que favorece una alta productividad en algunas zonas, así como la ocurrencia conjunta de especies tropicales, de aguas templadas y de aguas frías (Medrano *et al*, 2007).

BIOGEOGRAFÍA

La biogeografía es una ciencia de síntesis que opera con otras disciplinas diferentes como la sistemática, la ecología, la paleontología y la geología. Como disciplina científica, estudia las regularidades geográficas en la distribución, presente y pasada de los organismos alrededor de la superficie de la Tierra a través de una escala geológica de tiempo (Okolodkov, 2010).

La biogeografía marina estudia las regularidades en la distribución de la vida marina en una escala geológica de tiempo y geográfica (Okolodkov, 2010). Esta ciencia debe tener muy en cuenta las variaciones que sufre la biota y las comunidades biológicas en relación con los factores del medio físico, tales como iluminación, temperatura, salinidad y otros factores no menos importantes (Rioja, 1962). El objeto de estudio de la biogeografía lo representan las áreas de distribución de los organismos recientes y fósiles (Okolodkov, 2010).

El área de distribución de una especie puede caracterizarse según su forma, ubicación geográfica, continuidad, disyunciones y el reconocimiento de sus barreras biogeográficas (Llorente y Morrone, 2003; Okolodkov, 2010). Si comparamos las distribuciones de varias especies o taxones superiores, es posible que encontremos coincidencias distribucionales, en el tamaño y la forma de las distribuciones y en sus disyunciones o discontinuidades, que en ciertos casos han sido interpretadas como indicadoras de homologías geográficas (Llorente y Morrone, 2003).

Al reconocer los patrones de distribución de las especies se pueden proponer hipótesis acerca de los procesos que los causaron y proporcionar un sistema de regionalización biótica del planeta (Kaufman y Willig, 1998; Morrone,



2004). Los patrones biogeográficos se manifiestan en varias formas. Se pueden observar diferencias en la riqueza de especies marinas entre un lugar y otro. La adaptación de los organismos al ambiente marino también muestra patrones geográficos, por lo que se han reconocido razas geográficas (Okolodkov, 2010) y se han propuesto reglas ecogeográficas que predicen variaciones en el tamaño del cuerpo y apéndices, y en patrones de coloración entre individuos de diferentes poblaciones de la misma especie, de acuerdo con la variación del clima (Llorente y Morrone, 2003).

La comprensión de la variación geográfica en la riqueza de especies y otros patrones de distribución a gran escala puede ser muy valiosa y fundamental para el establecimiento de prioridades globales de conservación (Gaston, 2003; Pompa *et al.*, 2011). Estos patrones sirven para determinar los sitios críticos para su conservación (Pompa *et al.*, 2011) y refiere aquellas áreas específicas dentro del intervalo normal de distribución de una especie o población con condiciones particulares que son esenciales para su sobrevivencia, incluyendo aspectos ecológicos y biofísicos como disponibilidad de alimento, temperatura del agua, profundidad, entre otras (CPPS/PNUMA, 2012). El éxito de los sitios de conservación depende en buena medida de la existencia de un marco legal apropiado, la aceptación de las comunidades locales, un sistema de manejo integral efectivo y una clara delimitación de las áreas (CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA, 2007).



II. ANTECEDENTES

Existe una amplia documentación acerca de las primeras expediciones e investigaciones, documentando a las especies de mamíferos marinos y sus amplias relaciones de aprovechamiento en el PO.

Georg Wilhem Steller fue uno de los primeros naturalistas europeos en explorar Alaska y las Islas Aleutianas. Sus notas acerca de los mamíferos marinos que viven en el Mar de Bering, "*Las bestias del mar (1751)*", contenían relatos de historia natural de nutrias marinas, lobos marinos y la vaca marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*), ahora extinta (Steller 1751).

Los capitanes balleneros, como William Scoresby y Charles Scammon, hicieron sus propias observaciones en el campo y recogieron las de sus colegas. Scoresby publicó "*Una Cuenta de las Regiones del Ártico (1820)*", que sigue siendo una valiosa fuente de información sobre la ballena franca del norte *Eubalaena glacialis* (Scoresby 1820). El libro de Scammon, "*Los mamíferos marinos de la costa noroccidental de Norteamérica*" se ha convertido en un clásico, especialmente valorado por su descripción de la historia natural de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en California (Scammon 1874).

La cacería de ballenas a través de las estaciones balleneras terrestres proporcionaron el material para la monografía de Frederick True "*The Whalebone Whales (1904)*" del Atlántico Norte Occidental y la monografía de Roy Chapman Andrews (1916) sobre la ballena de Sei (*Balaenoptera borealis*) en el Pacífico.

Las descripciones de la anatomía de varios pinnípedos que habitan el PO se realizaron durante los años 1800, incluyendo la morsa (*Odobenus rosmarus*) y el león marino de Steller (*Eumetopias jubatus* Murie, 1870, 1872, 1874). Otro anatomista consumado, W.C.S. Miller (1888), diseccionó una amplia variedad de pinnípedos incluyendo la foca antártica (*Arctocephalus gazella*) y el elefante marino sureño (*Mirounga leonina*), recuperado en el *H.M.S. Challenger expedition* a la Antártida durante los años 1873-1875.

A partir de entonces, el número de trabajos ha tenido un aumento por periodos. De manera más reciente, de 1999 a 2004 las publicaciones de mamíferos marinos aumentaron a más de 850 por año, y de 2005 a la fecha el número se ha mantenido cercano a las 1000. El principal factor que ha contribuido en el nacimiento de la ciencia de mastozoología marina fue el reconocimiento de la sobreexplotación de las poblaciones de mamíferos marinos, la cual tenía que ser regulada en el futuro (Boyd, 1993). Es por ello que el objetivo de muchos de los primeros estudios fue obtener información precisa sobre la biología de estos



animales, para su uso en el establecimiento de una política de manejo eficaz para la explotación sostenible.

El establecimiento de varios comités científicos (por ejemplo, International Whaling Commission's Scientific Committee en 1946 y la US Marine Mammal Commission en 1972) fueron creados para proporcionar asesoramiento sobre la situación de diversas poblaciones, de las cuales se necesitaba conocimiento y datos sobre la biología general, así sirvió para estimular la investigación de los mamíferos marinos.

Los estudios de los mamíferos marinos en el PO se enfocan en varamientos (e.g. Chiluiza *et al.*, 1998; Mercuri, 2007; Tobar, 2011), impactos antropogénicos (e.g. Laist *et al.*, 2001; Medrano y Vázquez, 2012), avistamientos puntuales y fotoidentificación (e.g. Würsig y Jefferson, 1990; Garrigue *et al.*, 2002; Constantine *et al.*, 2007), listados regionales (e.g. Niño *et al.*, 2011; Peters *et al.*, 2012; Arellano y Medrano, 2015).

De manera particular, varios trabajos abordan la diversidad mastofaunística marina para diversas regiones, además, analizan diversos patrones espaciales incluyendo problemáticas de conservación. Entre ellos, Kaufman y Willig (1998) examinaron el patrón de riqueza de especies de mamíferos en América del Norte y América del Sur, en cuadrantes y bandas latitudinales como escalas espaciales de 2.5° y 5°. Encontraron relaciones lineales significativas entre la riqueza de especies y la latitud de tres grupos faunísticos: todos los mamíferos, especies no voladoras y murciélagos. Mencionan que el gradiente latitudinal no es un artefacto de la relación del área de la especie. Los datos sugieren que los subgrupos de fauna, las especies no voladoras y los murciélagos contribuyeron sustancialmente al patrón general de los mamíferos.

Kaschner *et al.* (2011) analizaron los patrones de riqueza de 115 especies de mamíferos marinos basados en predicciones de los intervalos de distribución global, incluyendo todos los pinnípedos y cetáceos existentes. Utilizaron un modelo de adecuación ambiental diseñado para abordar la escasez de datos distributivos para muchas especies de mamíferos marinos. Los aumentos en la riqueza de cetáceos correspondieron a las regiones por encima de los 40° de latitud en ambos hemisferios, mientras que se esperaba una disminución de la riqueza de pinnípedos y cetáceos en latitudes más bajas. Los resultados muestran cómo los modelos de distribución pueden ser aplicados y para explorar los patrones generales de la biodiversidad marina, para taxones para los cuales se dispone de datos limitados de distribución.



Pompa *et al.* (2011) identificaron 20 sitios claves de conservación global para todas las especies de mamíferos marinos (123) y de agua dulce (6) con base en sus intervalos geográficos. Crearon mapas geográficos para cada una de las 129 especies aunada a una base de datos en un Sistema de Información Geográfica, para 46,184 celdas de 1° x 1° (~10,000 km²). Encontraron nueve sitios claves de conservación, correspondiente al 2.5% de las celdas con mayor riqueza de especies, principalmente en latitudes templadas y poseen el 84% de especies de mamíferos marinos.

CPPS/PNUMA (2012) realizó un documento llamado “Planificación espacial de larga escala para rutas migratorias y hábitats críticos de mamíferos marinos en el Pacífico oriental” (PNUMA/España) que incluye 26 mapas temáticos sobre distribución y migraciones, modelación del hábitat, aspectos socioeconómicos y amenazas de origen antropogénico para los mamíferos marinos de esta región; además incluyeron información relativa con los convenios regionales y globales sobre biodiversidad marina de los que son signatarios los países del Pacífico oriental, así como las iniciativas nacionales y regionales relevantes para la conservación y gestión de los mamíferos marinos.

Espinosa-Martínez (2013) identificó los patrones de riqueza y caracterización ambiental de las zonas de mayor riqueza, enfatizando en los patrones ecológicos de los mamíferos marinos del Atlántico Norte, realizando modelos de nicho ecológico para 45 especies de mamíferos marinos. Identificó nueve zonas de alta riqueza localizadas en aguas tropicales, subtropicales y templadas, mientras que en aguas frías esas zonas de riqueza están ausentes.

Escalante *et al.* (2013) analizaron si la variación espacial en la riqueza de especies de mamíferos refleja los límites sureños de la región Neártica como se estableció previamente por los patrones de endemismo. Los registros de 710 especies de mamíferos se dibujaron en un mapa de América del Norte (desde Canadá y Alaska hasta Panamá) con una cuadrícula de 4° de latitud-longitud. Se utilizaron tres estimadores de riqueza (Chao2, ICE y Jack1), se modeló la distribución potencial de especies y se mapeó el patrón predicho de riqueza de especies a través del número de distribuciones potenciales coexistentes. Encontraron que las cuadrículas más pobres están en las áreas del norte, mientras que las más ricas están en las áreas del sur, coincidiendo con el patrón de puntos de recolección; de las 406 especies de mamíferos de la región Neártica, 104 están restringidas a ella y 305 especies situadas al sur de ella no están distribuidas en la región; y el mapa de la riqueza pronosticada muestra el gradiente de diversidad latitudinal clásico, con la mayor riqueza hacia los trópicos.



A nivel nacional, Niño *et al.* (2015) presentaron una revisión de las especies de mamíferos marinos que han sido registradas en el Caribe Mexicano. Su compilación consistió en la consulta de varias fuentes publicadas, registros directos y noticias locales, además de la consulta 29 colecciones y museos tanto nacionales como internacionales. Confirmando la presencia de 18 especies de mamíferos marinos para el área de estudio.

Con base en lo anterior, queda claro que no se han analizado los patrones de distribución y diversidad de los mamíferos marinos a lo largo del Pacífico Oriental, siendo importantes para predecir puntos de conservación, aprovechamiento, macroecología y aspectos básicos de biología. Es por ellos que en la presente disertación se plantean los siguientes objetivos:



III. OBJETIVOS

3.1 **General:**

Conocer la riqueza específica y distribución de los mamíferos marinos que se encuentran a lo largo del Pacífico Oriental (PO).

3.2 **Particulares:**

Determinar la composición taxonómica de los mamíferos marinos a lo largo del PO.

Establecer la distribución de las especies de mamíferos marinos del PO.

Analizar los patrones de riqueza de los mamíferos marinos registrados en el PO.

Analizar los patrones biogeográficos de las especies registradas en el PO.



IV. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El océano Pacífico es el de mayor tamaño en el planeta, ocupa la tercera parte de su superficie con 1,657 millones de km². Se extiende 15,400 km desde el mar de Bering y el Ártico en el norte, hasta los márgenes del mar de Ross en la Antártida en el sur (Center for Ocean Solutions, 2009). Su mayor anchura corresponde aproximadamente a 20,000 km, se extiende desde Indonesia hasta las costas de Colombia y Perú. El Pacífico contiene unas 25.000 islas, más que todos los demás océanos del mundo juntos. El punto más bajo de la superficie de la corteza terrestre, la fosa de las Marianas, se encuentra en él. Su profundidad media se estima en 4,280 m y el máximo, el abismo de Challenger, alcanza 11,034 m (Montero, 2014).

Está limitado por Asia, Oceanía y América. Se comunica con el océano Atlántico a través de dos pasos naturales en el sur: el estrecho de Magallanes, de 390 millas náuticas y el pasaje de Drake, de 765 millas náuticas; y uno artificial en el centro americano: el canal de Panamá, de 50 millas náuticas.

La cuenca oceánica del Pacífico es la más antigua de todas las que existan, las rocas más antiguas tienen alrededor de 200 millones de años. Es caracterizada por el vulcanismo y aunque en la zona central es muy regular, hay elevaciones submarinas y con la tectónica de placas se considera la región de mayor actividad sísmica del mundo y en ella se encuentra el Anillo de Fuego del Pacífico, con el 90% de los volcanes activos (Montero, 2014).

La temperatura del agua del Pacífico se relaciona con las “capas” que tiene. Cada una de ellas tiene una temperatura diferente, las inferiores son más frías que las superiores. La capa superficial, que tiene entre 300-900 m de ancho, contrasta con las temperaturas de la capa más profunda, que puede estar cerca del punto de congelación (Center for Ocean Solutions, 2009). Puede variar de manera latitudinal entre 0°C en las zonas polares a unos 30°C cerca del ecuador, en esta área hay vientos alisios que soplan de manera constante y estable (Montero, 2014). La salinidad también varía con la latitud, cerca del ecuador el agua es menos salina en comparación con las latitudes medias debido a la precipitación ecuatorial abundante a lo largo del año. Hacia los polos, la salinidad es baja, ya que hay poca evaporación de agua (IHO, 1953).

La circulación superficial de las masas de agua en el Océano Pacífico se da en sentido horario en el hemisferio norte y en sentido contrario en el hemisferio sur. La corriente ecuatorial del norte fluye hacia el oeste impulsada por los vientos



alisos en torno al paralelo 15° norte, gira hacia el norte en las islas Filipinas y se convierte en la corriente cálida de Japón. A 45° norte, la corriente se va hacia el este y se une a la corriente de las Aleutianas y a una segunda corriente, que vuelve a dirigirse hacia el sur, en dirección a la corriente ecuatorial del norte. La corriente septentrional de las Aleutianas llega al mar de Bering y ahí forma un patrón de circulación con giro antihorario, mientras que la corriente meridional de las Aleutianas desemboca en la corriente de California, que fluye en dirección sur. La corriente ecuatorial del sur gira al este de Nueva Guinea hacia el sur, volviendo a girar hacia el este cerca del paralelo 50° sur y encontrarse en el Pacífico Sur con la corriente circumpolar antártica. Cuando llega a la costa chilena, la corriente ecuatorial del sur es dividida en dos: una parte circunda el cabo de Hornos y la otra avanza hacia el norte a lo largo de la costa sudamericana, donde forma la corriente del Perú o de Humboldt (Montero, 2014).

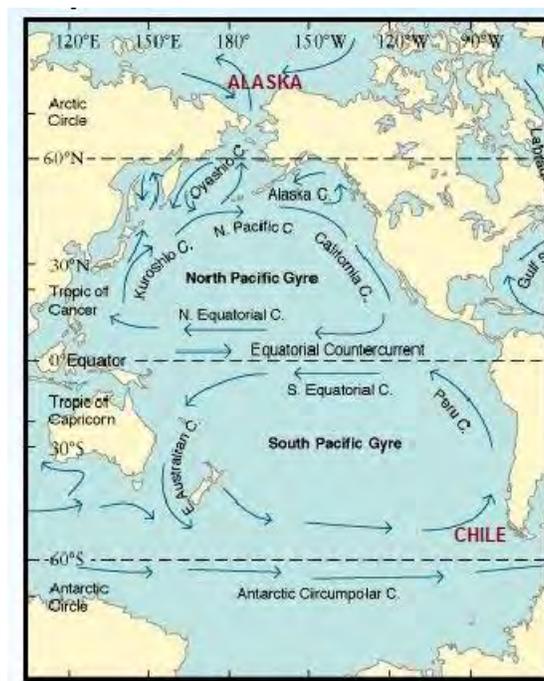


Figura 1. Ubicación del Pacífico Oriental que comprende los límites de Alaska a Chile y la circulación superficial de las masas de agua.

4.2 RECOPIACIÓN DE DATOS

Se consideró mamífero marino a las especies animales que dependen del océano para la mayoría de sus necesidades de vida como reproducción, crianza y alimentación, donde se incluyó a los cetáceos, pinnípedos, mustélidos y úrsidos. No se incluyeron a mamíferos marinos facultativos como el murciélago pescador y el zorro ártico ya que éstos sólo dependen del océano para alimentarse.



La base de datos de este trabajo fue estructurada con base en la información contenida en publicaciones científicas como artículos, catálogos, libros (fuentes bibliográficas) y colecciones científicas de referencia nacional e internacional (fuentes museográficas). Se tomó en cuenta que para el desarrollo de estudios sobre biodiversidad y biogeografía, es necesario la consulta de los registros contenidos en fuentes de información, que constituyen una herramienta fundamental para su evaluación (Del Moral-Flores, 2010).

Los registros fueron depurados con respecto a la información de cada especie. Su situación taxonómica fue verificada mediante el empleo de literatura especializada siguiendo las propuestas de Rice (1998), Perrin *et al.* (2009), Jefferson *et al.* (2015), Berta *et al.* (2015). Cabe destacar que la taxonomía de muchos mamíferos marinos sigue siendo confusa (Pompa *et al.*, 2011) y es probable que cambie radicalmente en el futuro cuando se disponga de más datos.

4.3 INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA

La información georreferenciada para establecer la distribución de los mamíferos marinos fue compilada a través del Sistema de Información Regional sobre Biodiversidad Marina y Áreas Protegidas del Pacífico Sudeste (SIBIMAP), una herramienta en línea para la consulta y descarga de información, desarrollado por la Comisión Permanente del Pacífico Sur en 2009. Actualmente el SIBIMAP tiene alrededor de 16,363 registros georreferenciados de 33 especies de cetáceos del Pacífico oriental desde Estados Unidos hasta Chile e incluye avistamientos sistemáticos y oportunistas <http://cpps.dyndns.info/sibimap/>. La base de datos se complementó utilizando los registros incluidos en los programas de Global Biodiversity Information Facility (GBIF) <http://www.gbif.org/> y Mammal Networked Information System (MaNIS) <http://manisnet.org/>. Ambas bases de datos son de acceso vía internet y gratuita, en ellas se pueden encontrar conjuntos de datos ecológicos, colecciones de muestras y registros de curadurías, con la finalidad de apoyar la investigación científica, fomentar la conservación biológica y favorecer el desarrollo sostenible.

4.4 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD

Existen varias propuestas para definir y cuantificar la diversidad (especies y grupos supraespecíficos). En este trabajo se utilizaron tres propuestas para cuantificar la diversidad de mamíferos marinos en el PO.

Diversidad alfa. La diversidad alfa se asocia con el número de especies (riqueza) en una comunidad, es decir, en un área biológicamente homogénea. De manera técnica, puede considerarse a la diversidad alfa como el número de especies en



cada 5° latitudinales (Crovello, 1981), mientras que a la diversidad gama, como el número de especies en toda el área de estudio.

A partir de la diversidad alfa de cada 5° latitudinales se puede calcular la 'diversidad alfa promedio': el promedio de las diversidades alfa, que puede expresarse mediante la siguiente igualdad:

$$\alpha_{prom} = (\sum_{i=1..n} a_i) / n$$

Donde:

α_{prom} = es la diversidad alfa promedio,
 a_i = es la diversidad alfa en la i-ésima OGU
 n = es el número de OGUs en el área de estudio.

Diversidad gama. La diversidad gama es el número de especies en una región geográfica amplia (Whittaker, 1972). Para este trabajo se considerará como diversidad gamma al número de especies por cada región biogeográfica del PO.

Diversidad beta. La diversidad beta es una medida de la diferencia entre áreas de estudio en términos de la variedad de especies que contienen (Magurran, 1988). Una manera de observar a la diversidad beta es como una medida del remplazo de especies o del cambio biótico a lo largo de un gradiente (Wilson y Shmida, 1984).

Whittaker (1972), quien introdujo el concepto de diversidad beta, la define como el recambio de especies entre hábitats o localidades y propuso que la diversidad en un área amplia (gama) puede dividirse en dos componentes, en la diversidad alfa y beta, que puede expresarse mediante la siguiente manera:

$$\beta_w = \gamma / \alpha_{prom}$$

Donde:

β = es la diversidad Beta
 γ = es la diversidad Gamma
 α_{prom} = es la diversidad Alfa promedio



4.4.1 ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA Y GRADIENTE LATITUDINAL

Se pueden usar varias estrategias de muestreo para cuantificar los gradientes latitudinales. Aquí se ha adaptado un enfoque que hace que los resultados sean comparables a los de otros estudios y que tengan sentido biológico.

La riqueza de especies consideró al número de especies por cada grado latitudinal, cada 5 y 10 grados latitudinales, sin considerar el número de registros por especie. Para ello se tendrán dos valores: el primero se determinará con base en los registros existentes en la base de datos; en el segundo, se estimará con base en los intervalos latitudinales de las especies, tratando de inferir su presencia en cada grado, cinco y diez grados latitudinales; esto mediante trazos generalizados (Zunino y Zullini, 1995) que resultan de la superposición estadísticamente significativa de trazos individuales que conectan áreas de distribución. Esta diversidad se contrastará con la riqueza específica calculada, mediante el programa EstimateS 2.0 (Colwell, 2000).

4.5 ANÁLISIS DE SIMILITUD

A partir de los registros contenidos en la base de datos, se construyeron matrices con datos binarios, cada uno estuvo codificado por la ausencia (0) y/o presencia (1), para cada especie.

Para evaluar la similitud faunística existente entre los diversos grados latitudinales, se utilizó el Coeficiente de Similitud de Jaccard (S_j), que constituye uno de los métodos ampliamente utilizados dentro de los estudios de biodiversidad y biogeografía marina (Sánchez y López, 1988; Magurran, 1988; Rocha *et al.*, 2009) y se expresa a través de la siguiente ecuación:

$$S_j = \frac{a}{(a+b+c)}$$

Donde:

S_j = coeficiente de similitud de Jaccard

a = número de muestras en donde ambas especies están presentes

b = número de muestras en donde la especie b aparece, pero la especie a está ausente

c = es el número de muestras en donde a aparece, pero b está ausente.



De los resultados obtenidos con el coeficiente de Jaccard, se construyeron dendrogramas implementando su representación por un cluster mediante la estrategia de Unión de Promedios No Ponderados UPGMA (por sus siglas en inglés).

Para realizar el cálculo de la similitud y la elaboración de los dendrogramas, se utilizó el programa de cómputo PAST (Hammer *et al.*, 2001).

4.6 ANÁLISIS DE ORDENACIÓN

Se realizó un análisis de ordenación para conocer si existe un patrón espacial de los conjuntos con base en algún gradiente (en términos de las especies registradas), para ello se determinaron las matrices de similitud con ayuda del índice de Jaccard, a las cuales se les aplicó la técnica del Escalamiento Multidimensional No Métrico (NMDS por sus siglas en inglés, Nonmetric MultiDimensional Scaling).

Se calculó el valor de estrés (STRESS) a partir de la configuración inicial (Rocha *et al.*, 2009). Para el tratamiento de los datos se utilizó el programa de cómputo PAST (Hammer *et al.*, 2001).

4.7 ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

Primero se mapearon los registros de las especies de mamíferos marinos presentes en el PO y después los patrones de riqueza de especies para el PO de los 70° N a 50° S.

Para la riqueza específica, todos los registros se superpusieron a una cuadrícula de 1° de latitud por 1° de longitud, que cubre el área de estudio en proyección geográfica. Se determinó con otros mapas a una escala mayor con cuadrícula de 5° y 10° de latitud y longitud. Estos tamaños de celda de cuadrículas corresponden aproximadamente a 111, 556 y 1113 km respectivamente. Cada registro se asignó a una celda de cuadrícula, se aplicó un buffer de 5 km en paralelo a la línea de costa, y se contó el número de especies en cada celda de la cuadrícula. Estos datos se incluyeron en mapas utilizando la extensión de software QGIS Valmiera 2.2.

Se realizó un mapa de calor para conocer los sitios donde se encuentra la mayor cantidad de registros, quedando marcados los puntos con más densidad de éstos. Igualmente se realizó un último mapa de calor marcando los sitios con mayor riqueza de especies.



4.7.1 AFINIDAD ZOOGEOGRÁFICA

El análisis de la afinidad biogeográfica que presentó la mastofauna marina, se fundamentó en considerar el área de distribución de cada una de las especies involucradas, con ayuda de un esquema de regiones y provincias establecido por Briggs (1974) y las modificaciones de Briggs y Bowen (2012 Tabla 1, Fig. 2).

Tabla 1.- Regiones y provincias de Briggs (1974) y Briggs y Bowen (2012), seguidas en el presente estudio.

<p>I. Región Boreal del Pacífico Oriental Provincia de las Aleutianas (PA): de 70 a 48° N</p> <p>II. Región de California Provincia Oregoniana (PO): de 48 a 36° N Provincia Sandieguina (PS): de 36 a 23° N Provincia Sinus-californiana (Cortés, PSC): Golfo de California 23 a 35° N</p> <p>III. Región del Pacífico Oriental Tropical Provincia Mexicana (PM): de 23 a 16° N Provincia Panámica (PP): de 16 a 6° S Provincia de Galápagos (PG): de 6 a 10° S</p> <p>IV. Región Occidental de Sudamérica Provincia Peruano-Chilena (PPC): de 10 a 45° S</p>
--

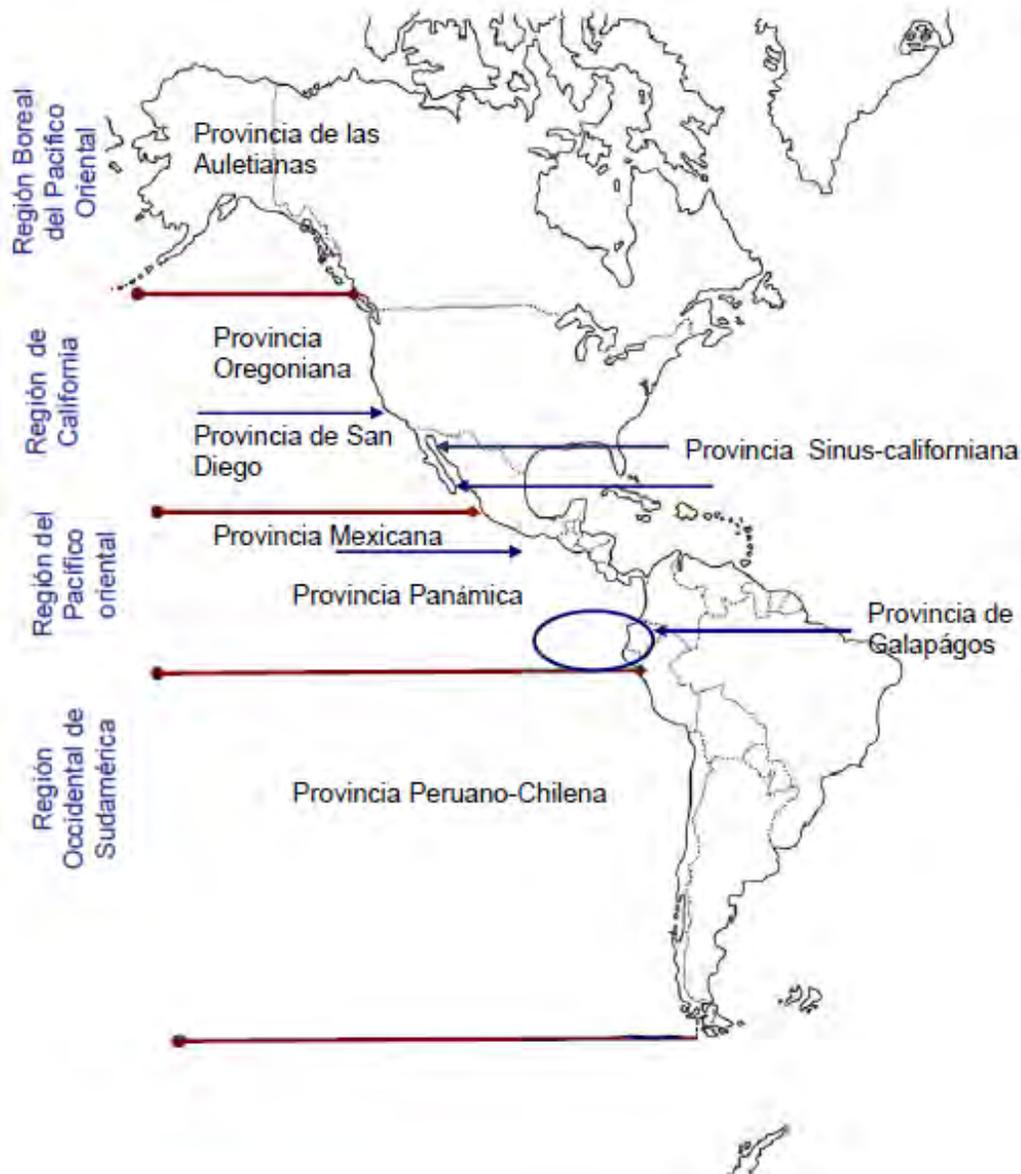


Figura 2. Esquema de regiones y provincias propuesto por Briggs (1974) y Briggs y Bowen (2012) utilizado en el presente estudio (Tomada y modificada de Del Moral-Flores, 2010).

Por otro lado y considerando que la mayoría de las especies manifiestan amplias y complejas distribuciones, que dificultan su inclusión en una determinada región o provincia, se procedió a clasificar a las especies de acuerdo a su distribución en:

Especies cosmopolitas (A): mamíferos marinos con amplia distribución en todos los mares del mundo.



Especies endémicas (END): aquellas que se encuentran circunscritas sólo en el Pacífico Oriental.

Especies con microendemismos (ME): aquellas que sólo se encuentran circunscritas a un área determinada dentro del PO.

Especies neárticas (NA): aquellas que se encuentran en el Pacífico Norte.

Especies circuntropicales (CT): mamíferos marinos con amplia distribución en los mares tropicales del mundo.

Especies neotropicales (NT): aquellas que se encuentran en el Pacífico Sur.

4.7.2 GRADIENTE LATITUDINAL

Para conocer la posible existencia de una variación latitudinal en la composición de la mastofauna marina, se siguió el protocolo establecido por García y Navarro (2004). Para ello se dividió al Pacífico en 25 secciones establecidas por medio del trazo de una línea por cada 5° latitudinales y también se dividió en 13 secciones establecidas de la misma manera por cada 10° grados de latitud, iniciando en Alaska y terminando en Chile. Cada sección fue codificada en un sentido de norte a sur, a través del empleo de letras (A-X y A-M respectivamente).

De esta forma, los grados fueron agrupados de acuerdo a las secciones establecidas, con la finalidad de poder calcular la riqueza de especies bajo un esquema latitudinal. Para tal efecto, se utilizó la información contenida en la base de datos de la mastofauna marina generada en el presente estudio. Además, el protocolo se aplicó para conocer las variaciones latitudinales que presentan cada una de las afinidades biogeográficas.



V. RESULTADOS

5.1 FUENTES BIBLIOGRÁFICAS Y MUSEOGRÁFICAS

Se obtuvieron un total de 4,104 registros de mamíferos marinos en el PO en todas las fuentes disponibles (Ver Anexo 1). El mayor porcentaje (66.12 %) lo aportaron las fuentes bibliográficas y en menor medida las fuentes museográficas (33.86 % Tabla 2).

Tabla 2.- Registros aportados por las fuentes bibliográficas y museográficas.

	No. de registros	%
Literatura	2,713	66.12 %
Colecciones	1,390	33.86 %
Total	4,104	100 %

En este apartado, los artículos científicos especializados aportaron un total de 2,355 registros (57%), seguido de las colecciones biológicas 1,390 registros (34%) y los libros especializados 359 registros (9%) y (Fig. 3).

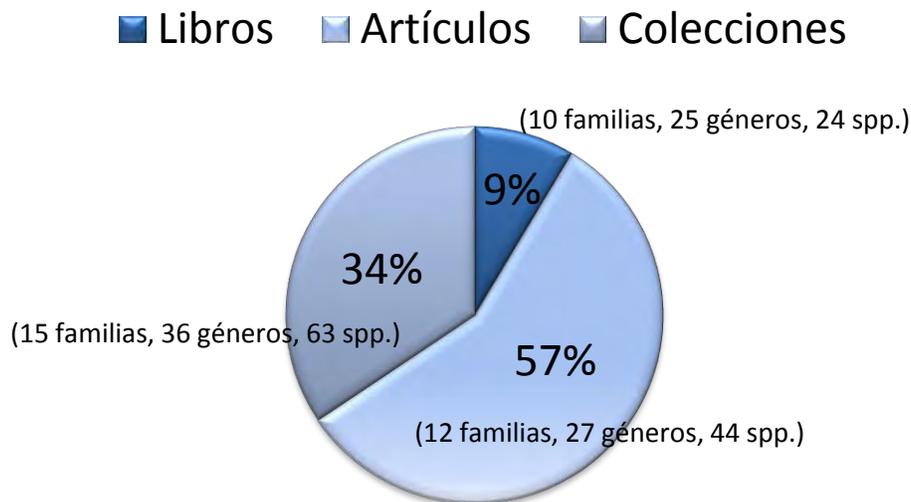


Figura 3. Registros de los mamíferos marinos del PO obtenidos de las fuentes bibliográficas y museográficas.

5.2 ANÁLISIS DE DIVERSIDAD DE LA MASTOFAUNA MARINA

A partir del análisis global de los registros, se encontró que el elenco mastofaunístico está representado por dos órdenes, dos subórdenes, 15 familias, 45 géneros y un total de 77 especies (Tabla 3). Dentro de este conjunto, el orden Cetacea contiene el mayor número de especies (58 spp.), con el 75 % del total de



la mastofauna marina en el PO, le siguen Carnívora con el 25 % (19) (Fig. 4). Los valores más altos para cada taxa se encuentran dentro del orden Cetacea, de estos el 66.6 % corresponde a las familias y el 70 % a los géneros (Fig. 5).

Tabla 3.- Grupos taxonómicos que constituyen la mastofauna marina del PO.

Órdenes	Subórdenes	Familias	Géneros	Especies
Cetacea	2	10	31	58
Carnívora	0	5	14	19
Total	2	15	45	77

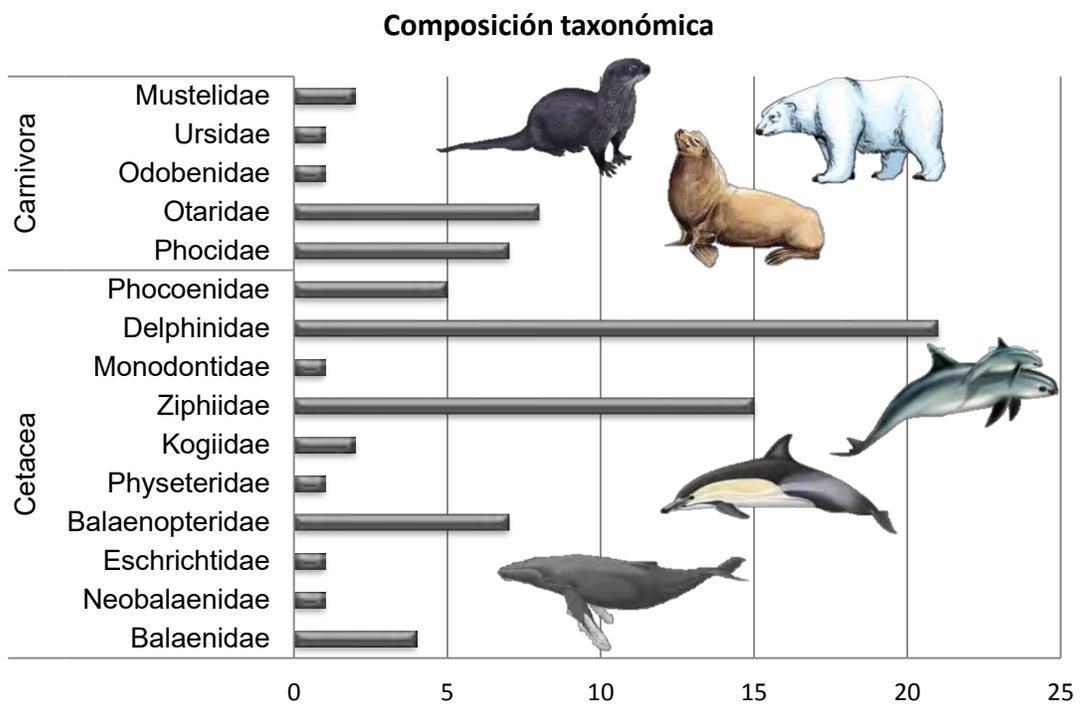


Figura 4. Porcentaje de las especies en cada orden de la mastofauna que habitan en el PO.

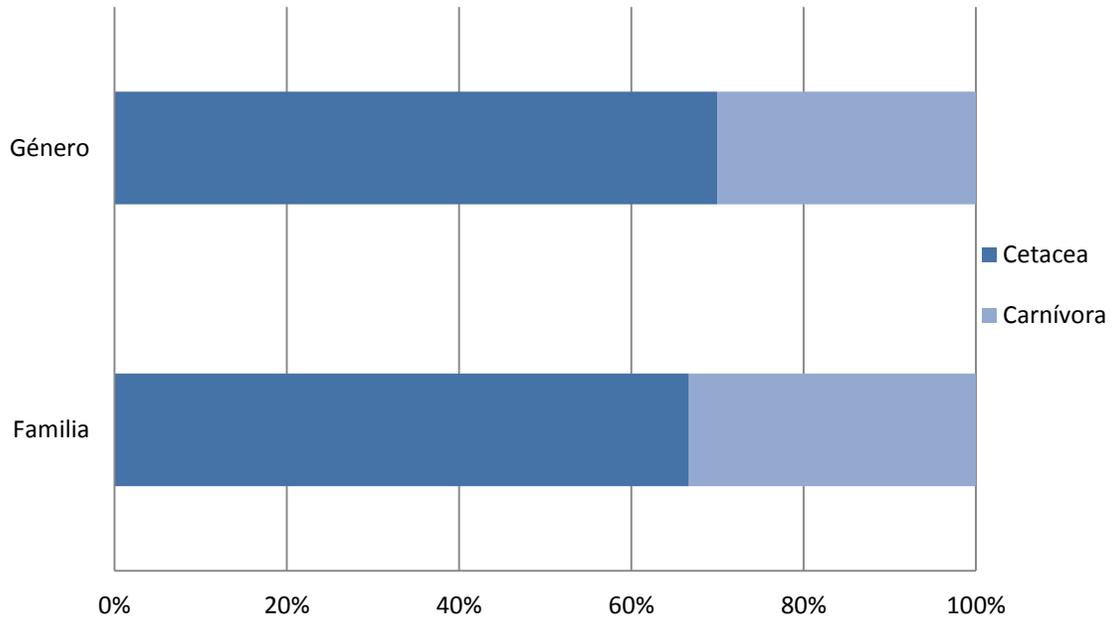


Figura 5. Porcentaje acumulado del número de elementos por categoría taxonómica de la mastofauna marina del PO.

De manera particular, el arreglo en el orden Cetacea estuvo representado por las familias Balaenidae, Neobalaenidae, Eschrichtidae, Balaenopteridae, Physeteridae, Kogiidae, Ziphiidae, Monodontidae, Delphinidae y Phocoenidae. Mientras que en el orden Carnívora incluye a Phocidae, Otariidae, Odobenidae, Ursidae y Mustelidae (Tabla 4).



Tabla 4. Órdenes que constituyen la mastofauna marina en el PO.

Orden	Familias	Nombre común	Géneros	Especies
Cetacea	Balaenidae	Ballenas francas	2	4
	Neobalaenidae	Neobalénidos	1	1
	Eschrichtidae	Eschríctidos	1	1
	Balaenopteridae	Rorcuales	2	7
	Physeteridae	Fisetéridos	1	1
	Kogiidae	Cógidos	1	2
	Ziphiidae	Zífidos	6	15
	Monodontidae	Monodóntidos	1	1
	Delphinidae	Delfines	14	21
	Phocoenidae	Marsopas	2	5
Carnívora	Phocidae	Focas verdaderas	5	7
	Otariidae	Otaridos	5	8
	Odobenidae	Odobénidos	1	1
	Ursidae	Osos	1	1
	Mustelidae	Mustélidos	2	2
TOTAL	15	15	45	77

En total son 15 las familias que integran a la mastofauna marina del PO. Se determinó que las familias con mayor porcentaje de especies son en Cetacea: Delphinidae con 21 especies (27.3 %), Ziphiidae con 15 (19.5 %) y Balaenopteridae con 7 (9.1 %); y en Carnívora: Otariidae con 8 especies (10.4 %) y Phocidae con 7 (9.1 %). Las 12 familias restantes se caracterizaron por presentar una riqueza menor a 6 especies (Fig. 6).

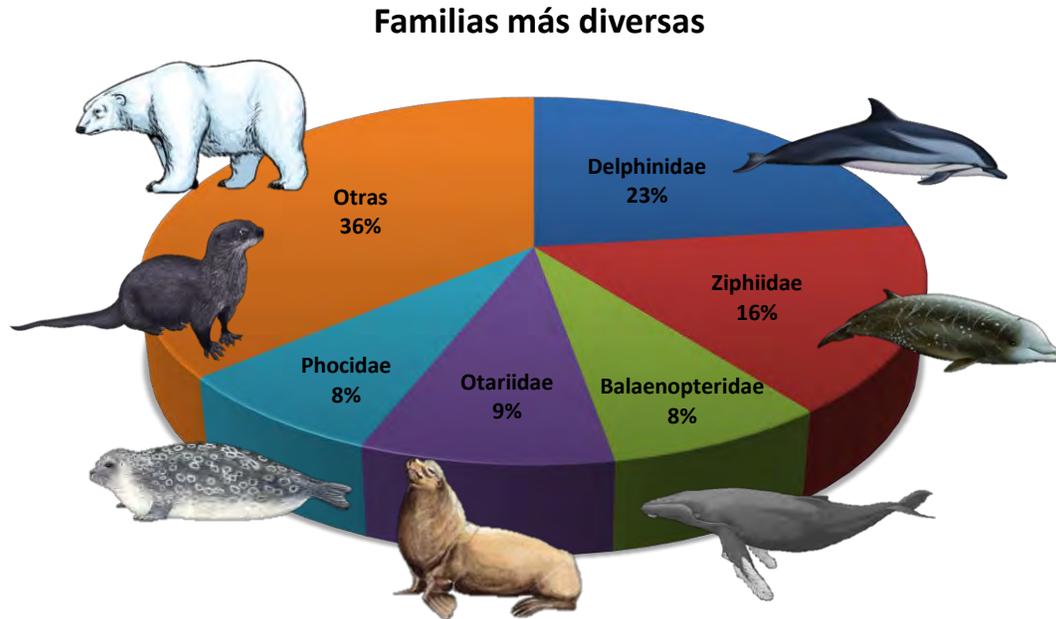


Figura 6. Representación porcentual de la riqueza de especies por familia.

5.2.1 ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA Y GRADIENTE LATITUDINAL

Para poder explorar la posible existencia de un gradiente latitudinal en la composición de la mastofauna marina presente en el PO, se procedió a graficar la riqueza específica en intervalos de 5° y 10° de latitud (Figs. 7 y 8).

Los datos graficados por cada 5° de latitud, mostraron una mayor riqueza de especies en la latitud del intervalo 30° a 35°, que corresponde a la costa occidental de Baja California con 49 especies, seguido de los intervalos 35° a 40°, en el área de California, Estados Unidos (40 spp.). Las latitudes 65° y 70°, en Alaska tuvieron la menor riqueza (17 spp.).

Para la región sureña se encontró que la latitud -30° a -35°, frente a las costas de Chile tiene la mayor riqueza con 37 especies, seguidas de las latitudes -10° a -15° y -40° a -35°, Perú y Chile (31 spp.), siendo las latitudes -15° y -45°, Perú y Chile las de menor riqueza.

En intervalos de 10° de latitud se observó que la mayor riqueza se presentó en el intervalo de latitud 30° a 40°, con 49 especies, seguido de 40° a 50° (40 spp.) y 50° a 60° (41 spp.), siendo la latitud 70° con menor riqueza (17 spp.).



De igual manera, se encontró que la mayor riqueza sureña se encontró en las latitudes -10° a -20° , Perú con 31 especies, le sigue el intervalo de -40° a -30° , Chile 31 (spp.), seguido de -20° a -10° , Chile (28 spp.), siendo la latitud -50° la de menor riqueza (26 spp.).

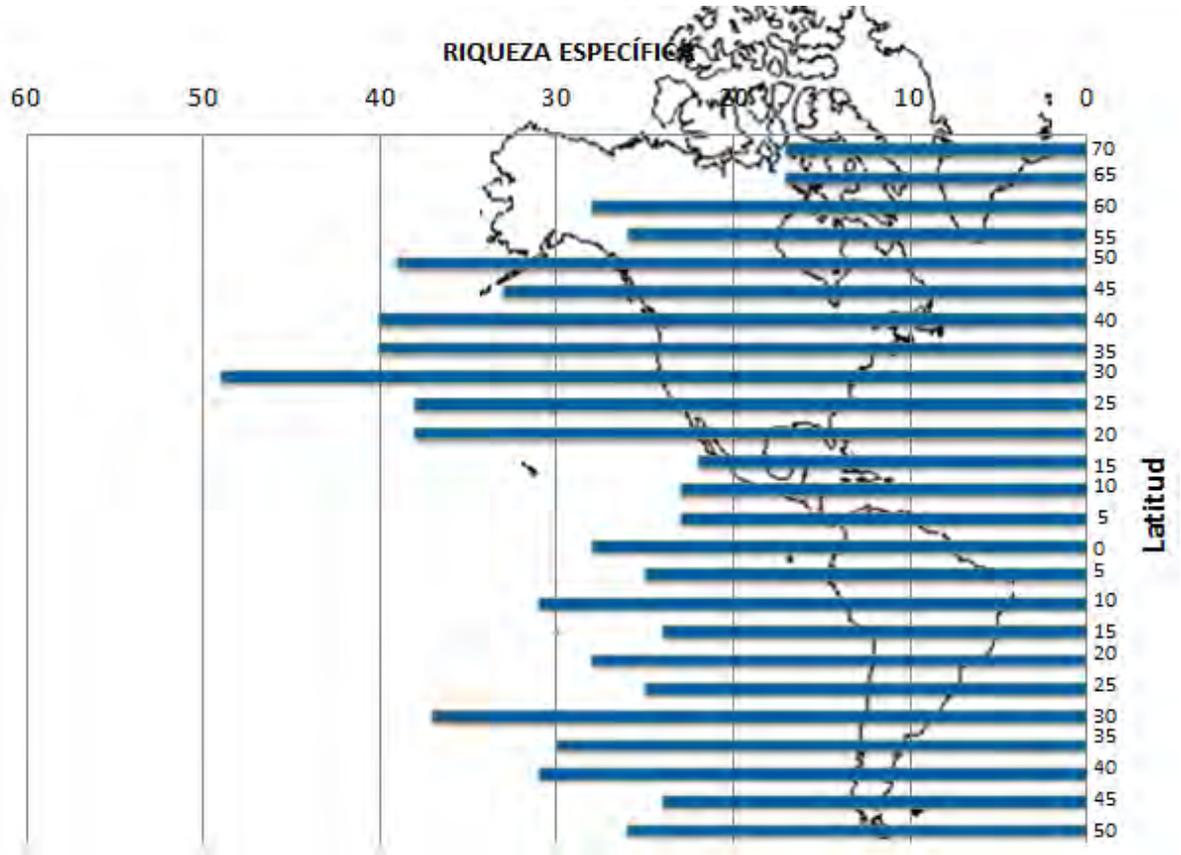


Figura 7. Riqueza de las 77 especies presentes en cada grado latitudinal del PO, con intervalo de 5° de latitud.

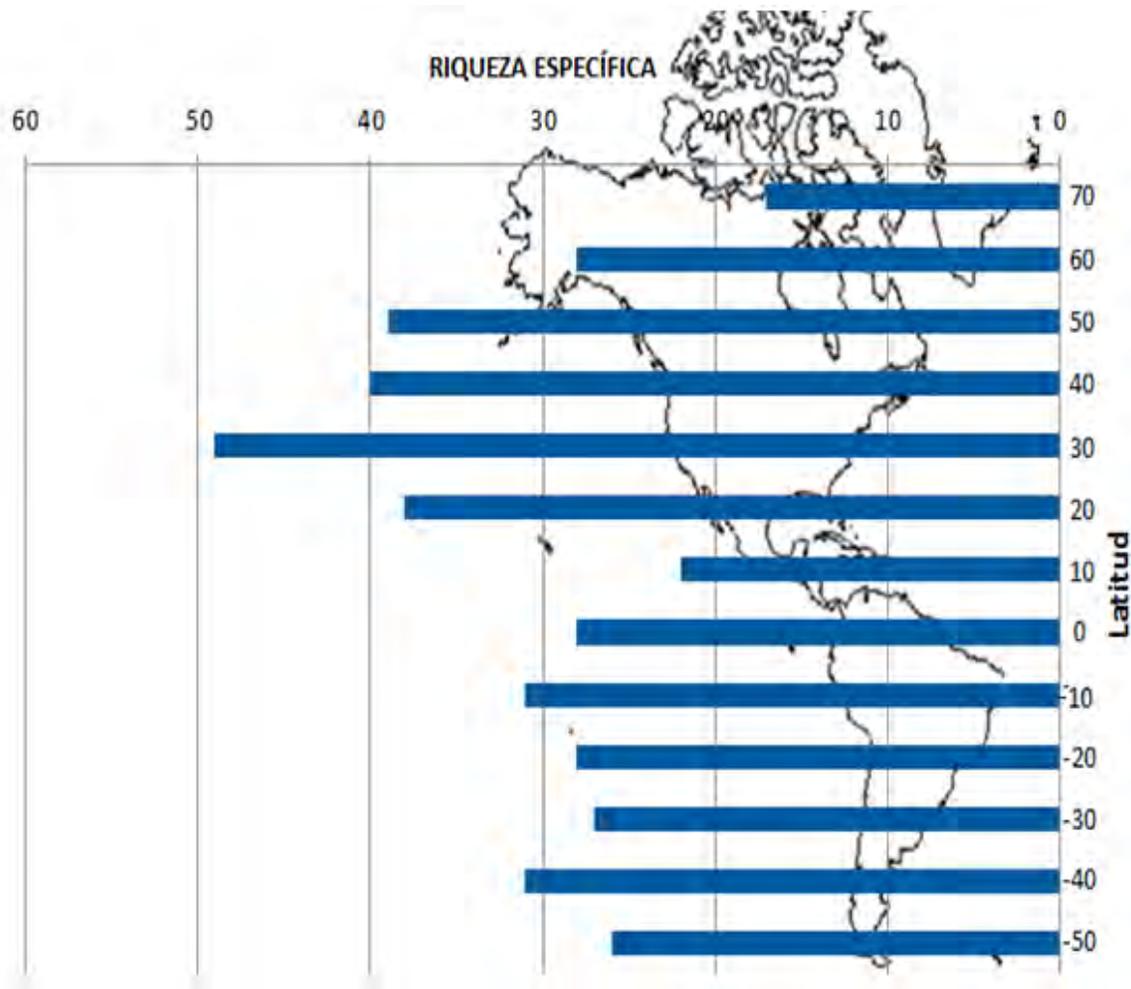


Figura 8. Riqueza de las 77 especies presentes en cada grado latitudinal del PO, con intervalo de 10° de latitud.

5.3 ANÁLISIS DE SIMILITUD

Con respecto al análisis de similitud ($J = 0.5$), en los intervalos de 5° en el PO se encontraron cuatro grupos: el primero abarca las latitudes 70° a los 60°, el segundo de los -30° a -50°, el tercero de -25° a 15°, el último de 20° a 50° (Fig. 9).

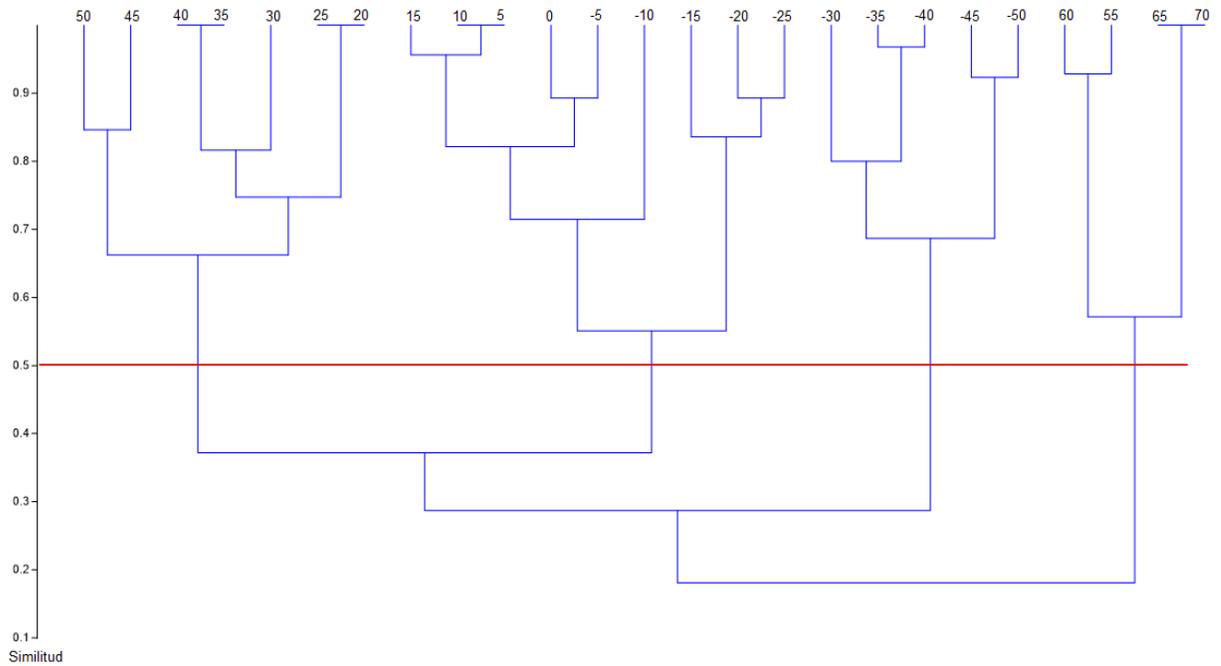


Figura 9. Dendrograma generado a partir del análisis de similitud, aplicado a la mastofauna marina del PO, mediante el Coeficiente de Similitud de Jaccard y algoritmo UPGMA. Nivel de corte $J=0.5$ representado por la línea roja.

En el análisis de intervalos de 10° de longitud, se identificó la delimitación de cinco grupos: tres norteños, el primero abarca la latitud 70° , el segundo 60° y 50° y el tercero de 40° a 20° ; uno ecuatorial que va de la latitud 10° a -20° ; y uno sureño que es de la latitud -30° a -50° (Fig. 10).

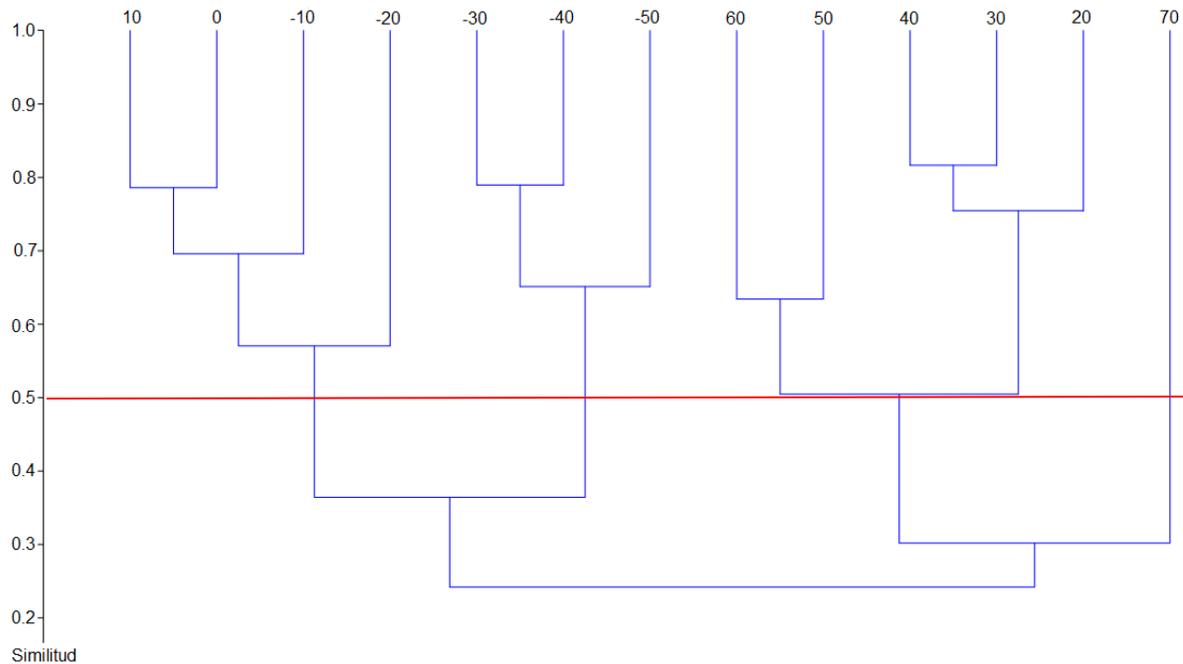


Figura 10. Dendrograma generado a partir del análisis de similitud, aplicado a la mastofauna marina del PO, mediante el Coeficiente de Similitud de Jaccard y algoritmo UPGMA. Nivel de corte $J=0.5$ representado por la línea roja.

5.4 ANÁLISIS DE ORDENACIÓN

El esquema de ordenación de la diversidad mastofaunística en el PO con intervalo de 5° latitudinales, mostró un nivel de STRESS bajo, lo que nos indica un buen ajuste de este análisis. Es por ello que se corrobora un patrón diferenciable donde se puede observar que las zonas con mayor riqueza quedan en la parte superior de la gráfica y las de menor riqueza están en la parte inferior de la misma (Fig. 11).

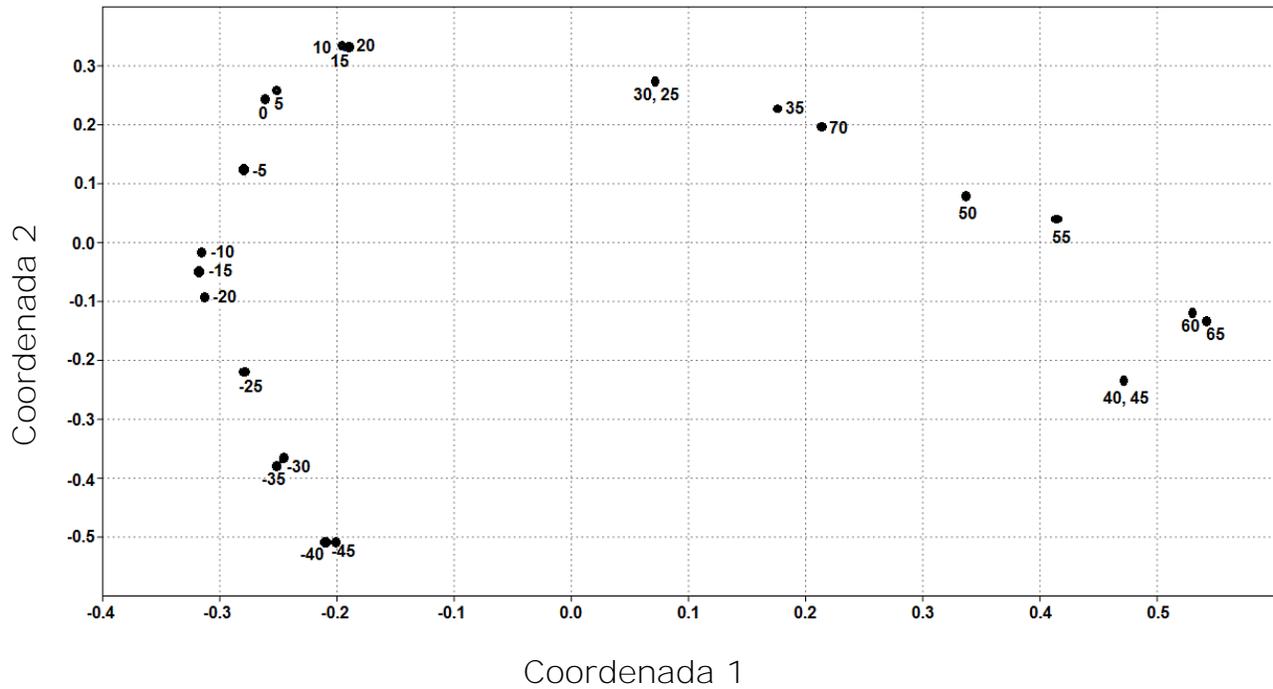


Figura 11. Ordenación bidimensional de la mastofauna marina del PO, con la diversidad mastofaunística en intervalos de 5° latitudinales, como producto del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).

El esquema de ordenación de las especies de mamíferos marinos con intervalo de 10° latitudinales, mostró un nivel de STRESS bajo, lo que nos indica un buen ajuste de este análisis. Se corrobora el patrón de diversidad quedando las zonas más diversas en la parte superior de la gráfica y las menos diversas en la parte inferior de la misma (Fig. 12).

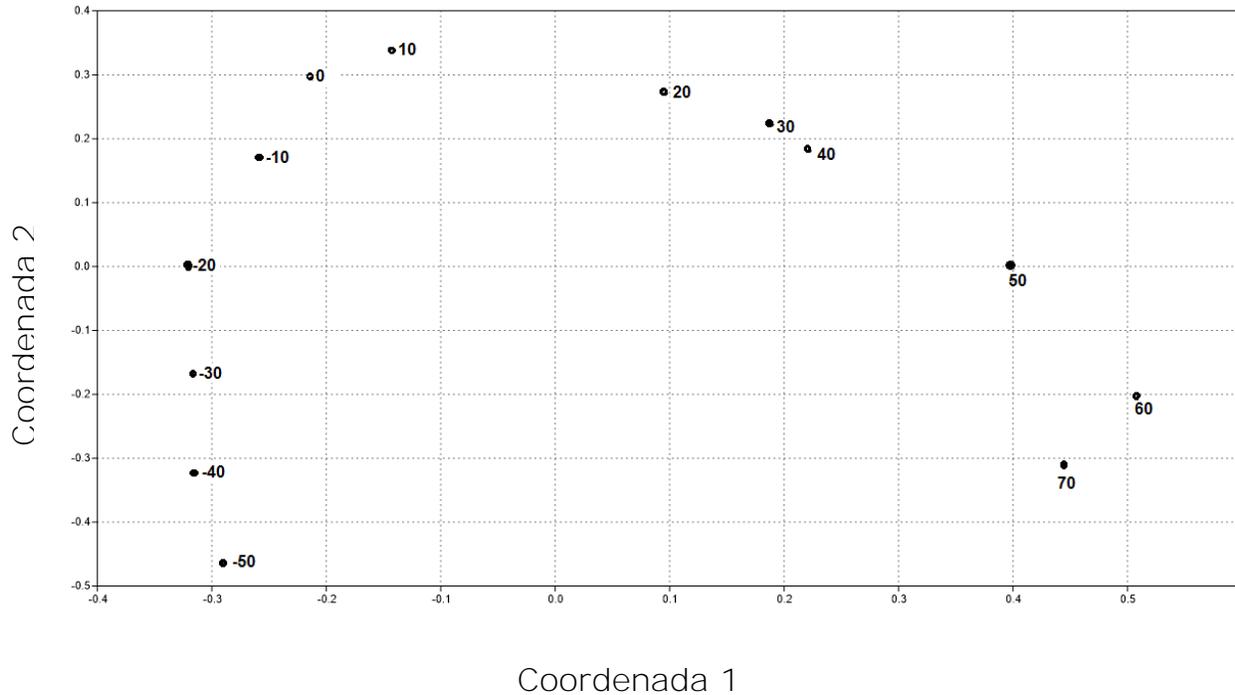


Figura 12. Ordenación bidimensional de la mastofauna marina del PO, con la diversidad mastofaunística en intervalos de 10° latitudinales, como producto del escalamiento multidimensional no métrico (NMDS).

5.5 ANÁLISIS BIOGEOGRÁFICO

Después de una revisión cuidadosa de la nomenclatura y de las georeferencias, la base de datos final contiene 4,104 registros. De manera general, el mayor número de registros corresponde a la zona costera tanto de la región continental como insular. De ellos, la mayoría se concentra en la parte occidental de los Estados Unidos y México, así como en la parte Sur correspondiendo a Ecuador, Perú y Chile. Es notable mencionar que existe una disminución de los registros conforme se alejan de la zona costera, existiendo grandes áreas oceánicas con escasos o nulos registros; a excepción de la zona ecuatorial, donde la diversidad se continua y disminuye hacia el oeste (Fig. 13).

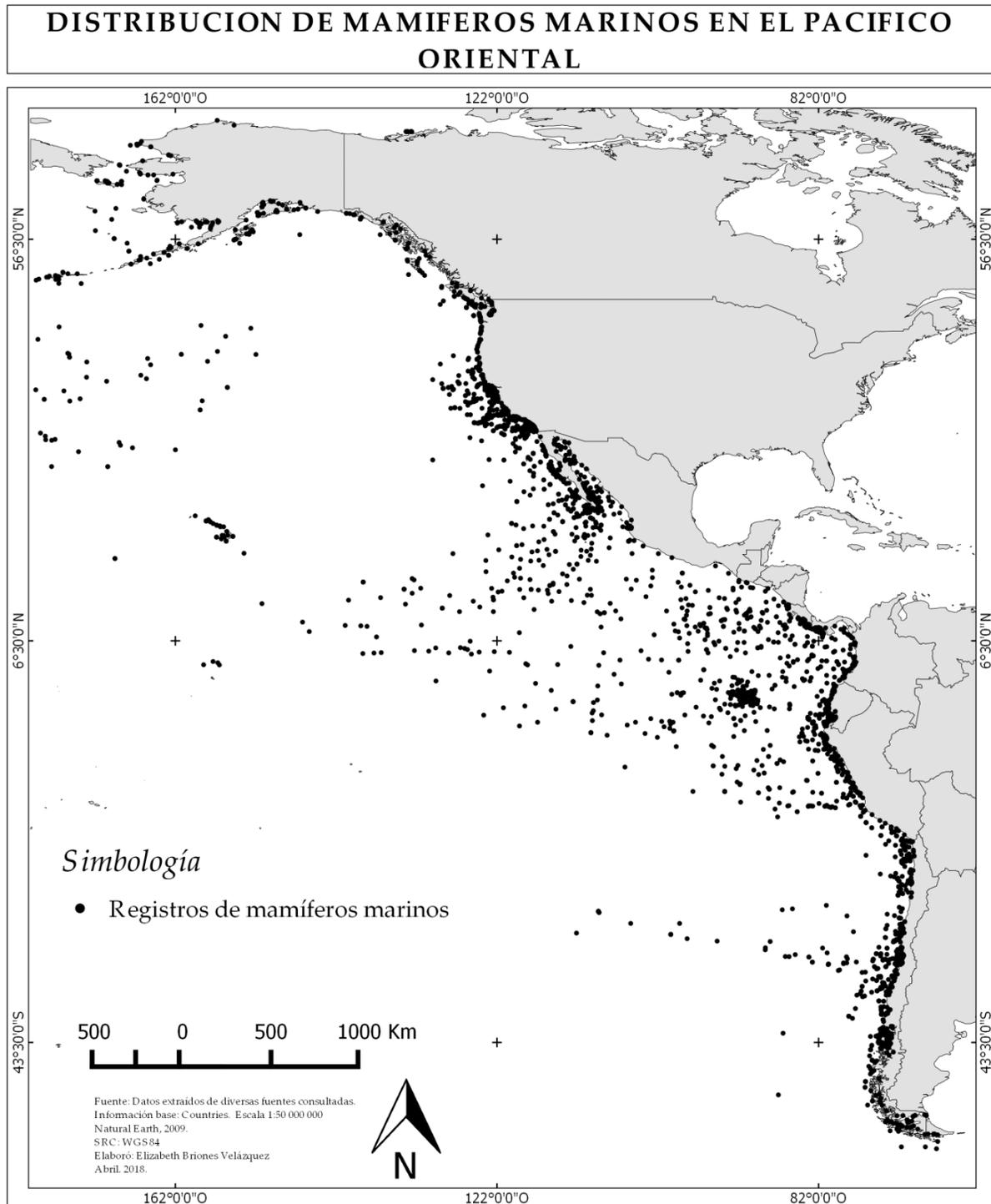


Figura 13. Registros de las especies de mamíferos marinos en el PO.



El número promedio de registros por especie es 54. Al considerar sólo la diversidad en la cuadrícula de 1°, la celda más rica tiene 21 especies, encontrándose en Estados Unidos. Se observó que tanto la región de California (USA), como la parte central de Chile concentran el mayor número de celdas con elevada diversidad de mamíferos marinos. En tanto la zona ecuatorial presentó una mayor concentración de celdas con baja diversidad. De manera general, hay 455 celdas con una sola especie y la riqueza promedio por celda es de 3 especies (Fig. 14).

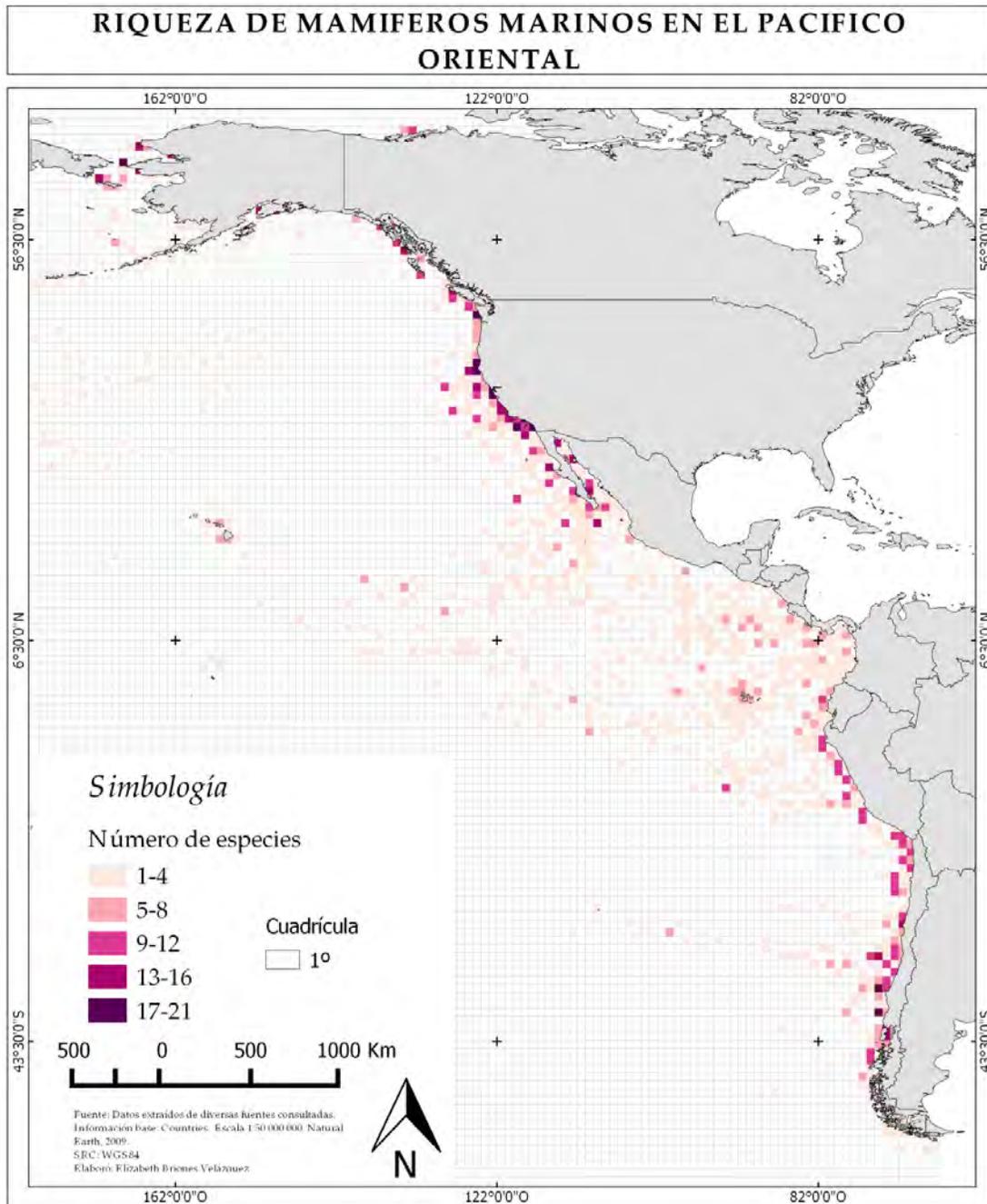


Figura 14. Riqueza de mamíferos marinos en el PO, superpuesta a una cuadrícula con celdas de 1° de latitud-longitud.

En la cuadrícula de 5°, la celda más rica tiene 41 especies, correspondiendo a California, mientras que hay 44 celdas con una sola especie y la riqueza promedio por celda es de 8 especies. Aquí se evidencian dos zonas con alta diversidad: la primera corresponde a la costa de Estados Unidos y Norte de



México, con un área central en California (USA); la segunda comprende a la costa sur de Perú y Chile. Evidentemente las celdas más pobres se encuentran en el área oceánica (Fig. 15); sin embargo, resalta la diversidad encontrada en los cuerpos insulares Hawaianos.

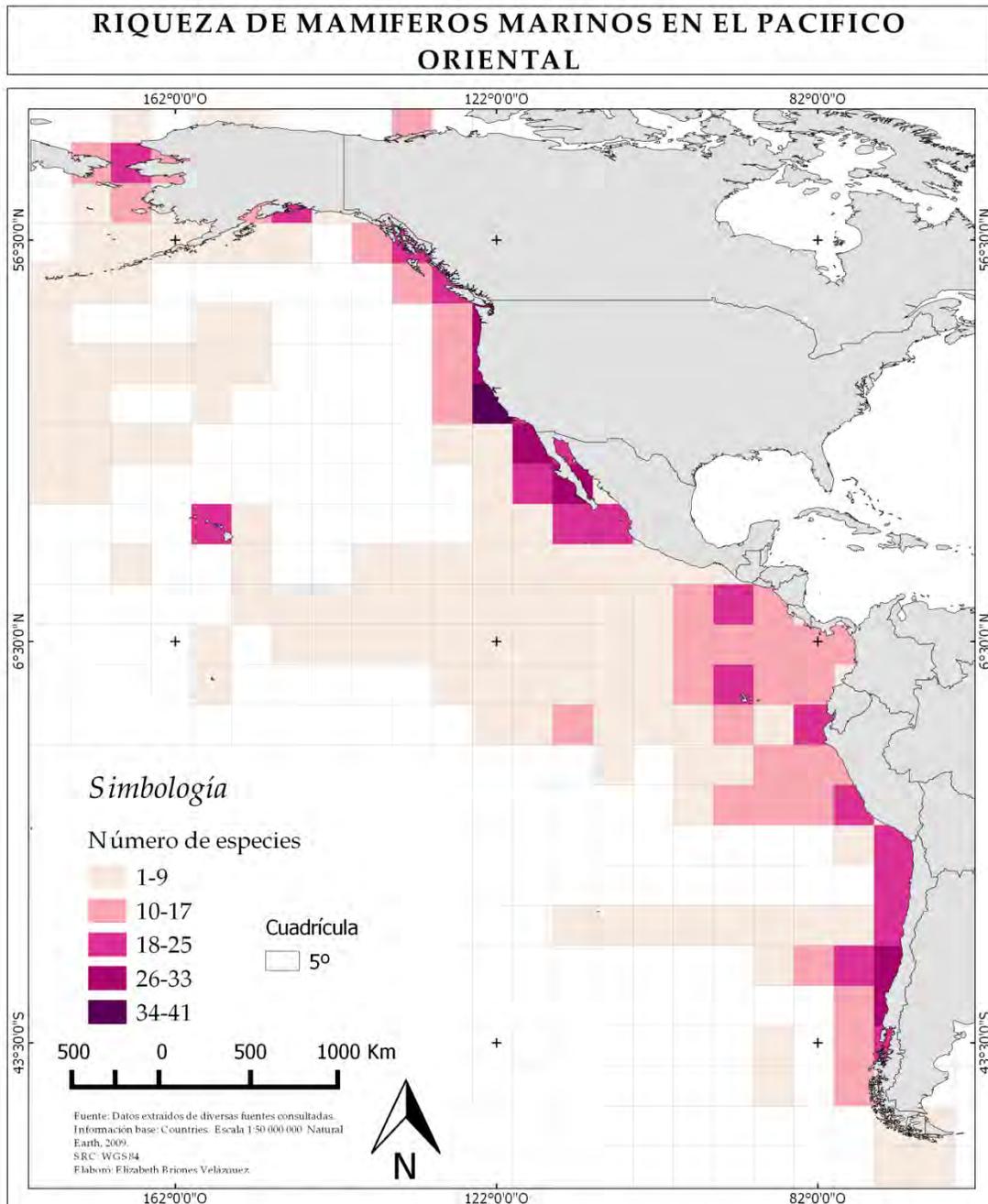


Figura 15. Riqueza de mamíferos marinos en el PO, superpuesta a una cuadrícula con celdas de 5° de latitud-longitud.



En la cuadrícula de 10°, la celda más rica tiene 42 especies, que corresponde a California y Baja California, mientras que hay 10 celdas con una sola especie y la riqueza promedio por celda es de 12. La diversidad promedio tiene a sobrestimarse para las áreas, sin embargo, el patrón de diversidad se mantiene. Las dos áreas, tanto nortea que incluye la costa de Estados Unidos y Norte de México, así como la costa central de Chile a Perú, mantienen la mayor diversidad que disminuye en ambos sentidos. Es evidente que la presencia de islas aumenta la diversidad en las zonas oceánicas (Fig. 16).

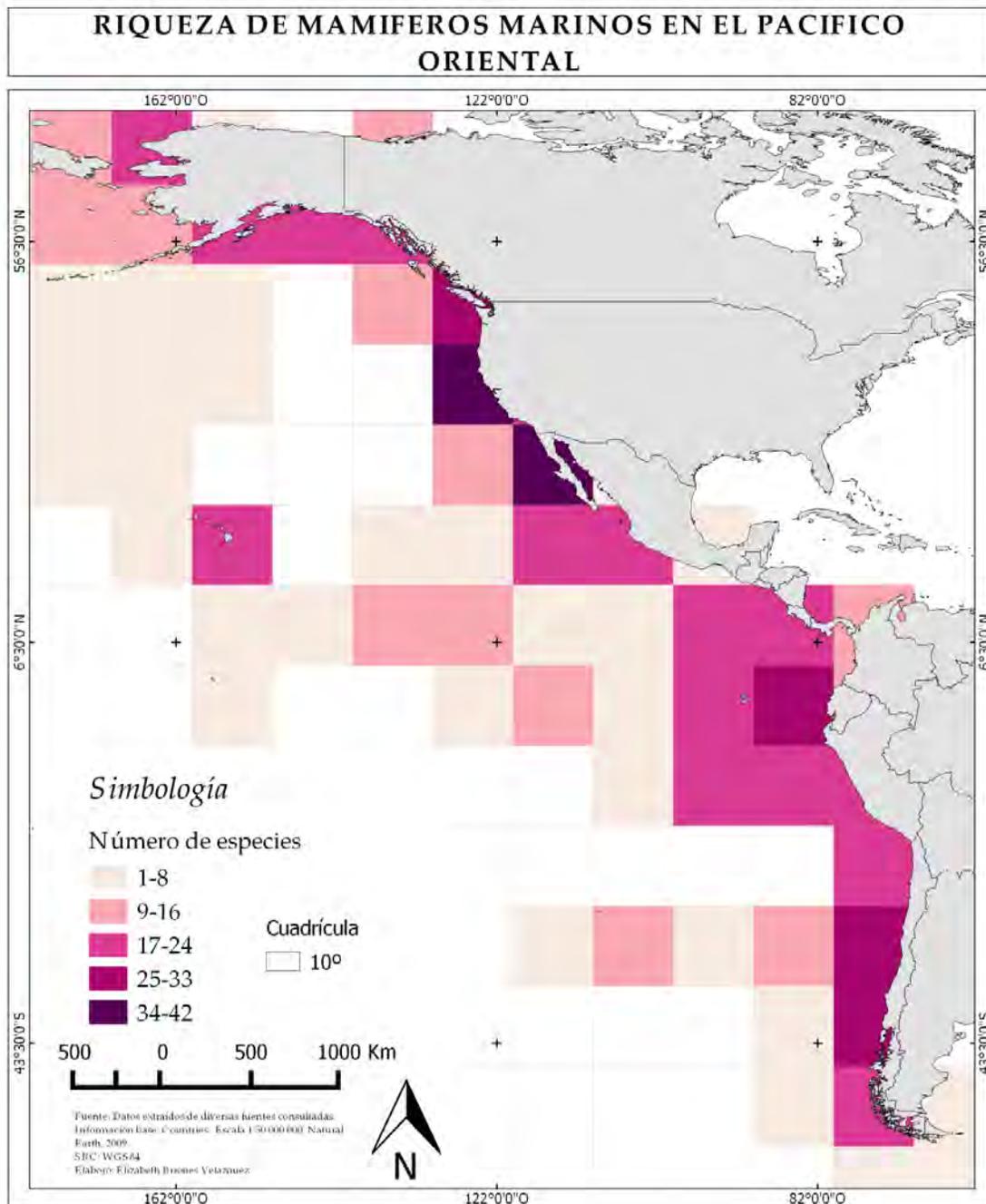


Figura 16. Riqueza de mamíferos marinos en el PO, superpuesta a una cuadrícula con celdas de 10° de latitud-longitud.

El mapa de calor de la densidad muestra los puntos donde hay mayor cantidad de registros. Aunque se mantiene el patrón antipolar, es posible reconocer zonas con mayor número de registros, tales como: costa sur de Canadá; región centro-sur de los Estados Unidos; costa occidental de la península



de Baja California incluyendo al Golfo de California (México); región de Costa Rica y Panamá; Islas Galápagos; zona central del Ecuador y norte de Perú; y finalmente, la costa centro-sur de Chile (Fig. 17).

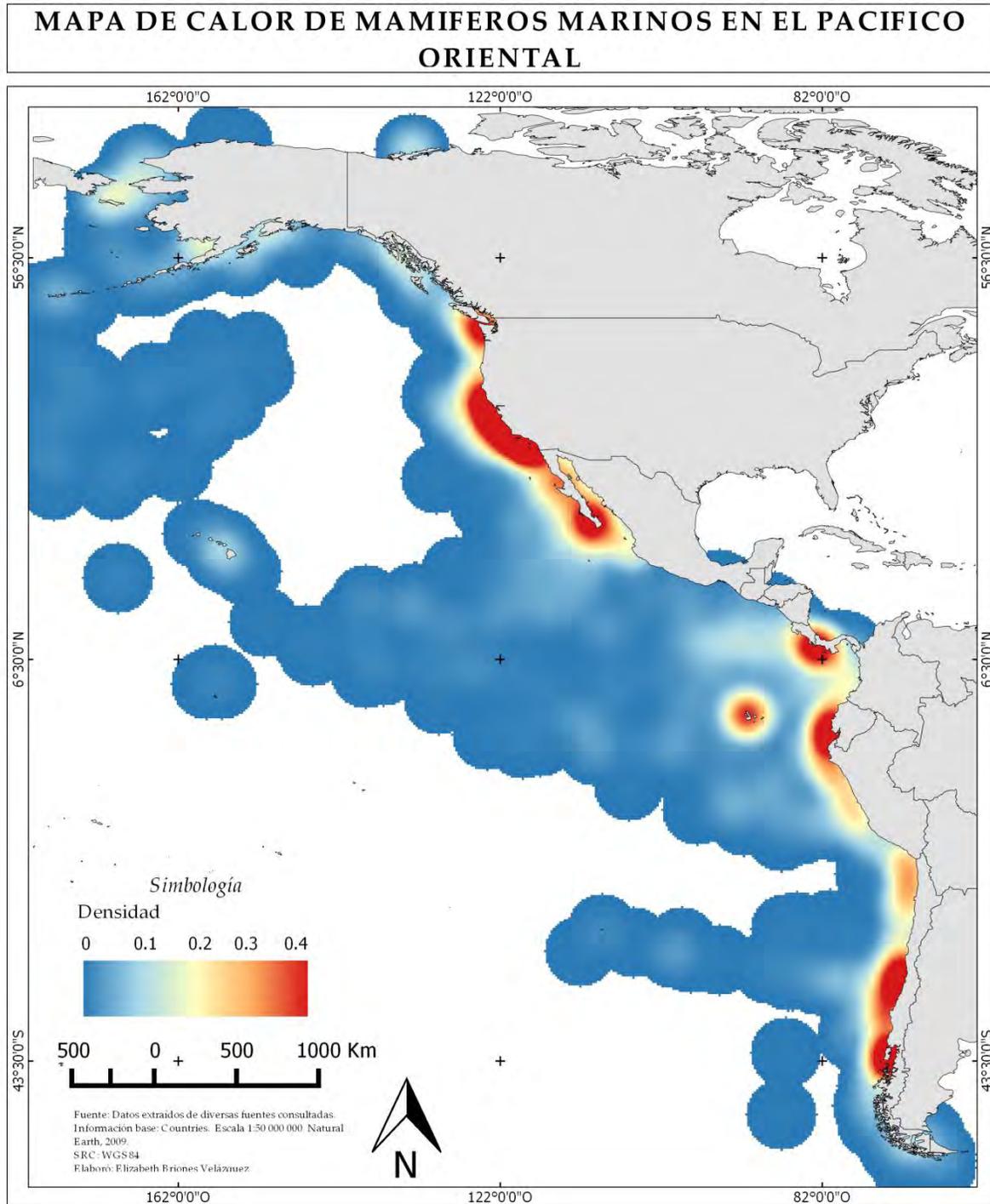


Figura 17. Densidad de registros de mamíferos marinos en el PO.



El mapa de calor de riqueza muestra de manera gráfica la variación en la riqueza de especies, en coloración rojiza se muestra donde hay una mayor riqueza (Fig. 18). A pesar de coincidir con las áreas de registros, se observa que la mayor diversidad corresponde a las zonas costeras e insulares; la diversidad disminuye conforme se aleja de la costa e incursiona en las zonas oceánicas, así conforme se acerca a la región ecuatorial. Los patrones de diversidad de mamíferos marinos fueron relativamente consistentes, mostrando bandas anchas de alta riqueza de especies en aguas templadas de ambos hemisferios, con una riqueza más baja en las regiones polares y tropicales.

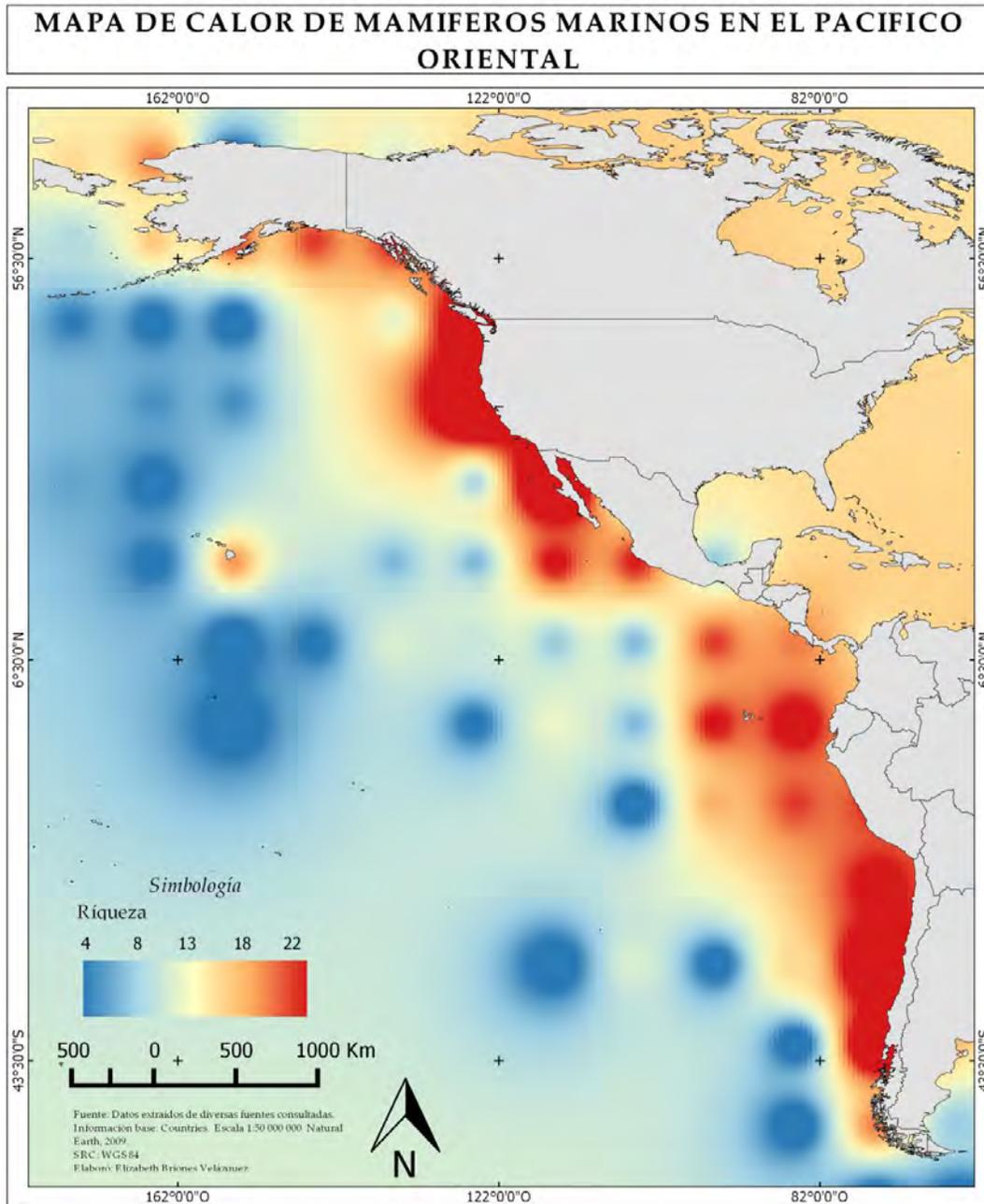


Figura 18. Riqueza de especies de mamíferos marinos basada en los modelos de distribución de especies en el PO.

5.5.1 AFINIDAD ZOOGEOGRÁFICA

Bajo los criterios zoogeográficos se determinó que la provincia mejor representada en número de especies fue la Región de California que incluye las provincias Oregoniana, de San Diego y Sinus-Californiana 63.6% (49 spp.), siguiéndole en



orden de importancia la Región Occidental de Sudamérica, que incluye a la provincia Peruano-Chilena 62.3% (48) y la Región Boreal del Pacífico Oriental con la provincia de las Aleutianas 51.9% (40) (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje del número de especies presentes en cada una de las regiones y provincias establecidas por Briggs (1974) y Briggs y Bowen (2012).

REGIÓN	PROVINCIA	ESPECIES	PORCENTAJE
Región Boreal del Pacífico Oriental	Provincia de las Aleutianas	40	51.9%
Región de California	Provincia Oregoniana	49	63.6%
	Provincia de San Diego	49	63.6%
	Provincia Sinus-Californiana	49	63.6%
Región del Pacífico Oriental	Provincia Mexicana	38	49.3%
	Provincia Panámica	30	38.9%
	Provincia de Galápagos	31	40.2%
Región Occidental de Sudamérica	Provincia Peruano-Chilena	48	62.3%

Las afinidades de las 77 especies de mamíferos marinos que se encuentran en el PO, permitieron identificar los siguientes conjuntos: 33.7% (26 spp.) de las especies corresponden a la categoría con distribución neártica, 24.6% (19) son neotropicales, 23.4% (18) son circuntropicales, 11.7% (9) cosmopolitas, 11.7% (9) son endémicas del PO y 7.8% (6) presentan microendemismos dentro del PO.

5.5.1.1 *Especies neárticas*. Las especies que se encuentran en este conjunto representan el 32.5%, es decir 26 de las especies que se encuentran en el PO, las cuales se incluyen en 2 órdenes, 2 subórdenes, 10 familias y 21 géneros (Tabla 7). Las familias Ziphiidae y Otariidae fueron las más representativas con cinco y cuatro especies respectivamente.



Tabla 7. Especies con distribución neártica presentes en el PO.

Especies Neárticas	Nombre común
<i>Balaena mysticetus</i>	Ballena boreal
<i>Eubalaena glacialis</i>	Ballena franca del Norte
<i>Eubalaena japonica</i>	Ballena franca del Pacífico Norte
<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris
<i>Berardius bairdii</i>	Zifio de Baird
<i>Mesoplodon ginkgodens</i>	Zifio dientes de Ginkgo
<i>Mesoplodon carlhubbsi</i>	Zifio de Hubbs
<i>Mesoplodon stejnegeri</i>	Zifio de Stejneger
<i>Mesoplodon perrini</i>	Zifio de Perrin
<i>Delphinapterus leucas</i>	Beluga
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfín de costados blancos del Pacífico
<i>Lissodelphis borealis</i>	Delfín liso del Norte
<i>Phocoenoides dalli</i>	Marsopa de Dall
<i>Phocoena phocoena</i>	Marsopa común
<i>Phoca vitulina</i>	Foca común
<i>Phoca larga</i>	Foca larga
<i>Pusa hispida</i>	Foca anillada
<i>Histiophoca fasciata</i>	Foca lista
<i>Erignathus barbatus</i>	Foca barbada
<i>Mirounga angustirostris</i>	Foca elefante del Norte
<i>Callorhinus ursinus</i>	Lobo marino del Norte
<i>Eumetopias jubatus</i>	Lobo de Steller
<i>Zalophus californianus</i>	Lobo marino común
<i>Odobenus rosmarus</i>	Morsa
<i>Ursus maritimus</i>	Oso polar
<i>Enhydra lutris</i>	Nutria marina

5.5.1.2 *Especies neotropicales*. Este conjunto se encuentra formado por un elenco de 19 especies (26%) en el PO, agrupado en dos órdenes, dos subórdenes, nueve familias y 14 géneros (Tabla 8). Las familias con más representatividad fueron Ziphiidae y Delphinidae, con seis y cuatro especies respectivamente.



Tabla 8. Especies con distribución neotropical presentes en el PO.

Especies Neotropicales	Nombre común
<i>Eubalaena australis</i>	Ballena franca del Sur
<i>Caperea marginata</i>	Ballena franca pigmea
<i>Balaenoptera bonaerensis</i>	Minke de la Antártida
<i>Berardius arnuxii</i>	Zifio de Arnoux
<i>Hyperoodon planifrons</i>	Zifio nariz de botella del Sur
<i>Tasmacetus sheperdi</i>	Zifio de Sheperd
<i>Mesoplodon layardii</i>	Zifio de Layard
<i>Mesoplodon grayi</i>	Zifio de Gray
<i>Mesoplodon hectori</i>	Zifio de Hector
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín de Peale
<i>Lagenorhynchus obscurus</i>	Delfín oscuro
<i>Lissodelphis peronii</i>	Delfín liso del Sur
<i>Globicephala melas</i>	Calderón de aletas largas
<i>Phocoena spinipinnis</i>	Marsopa de Burmeister
<i>Phocoena dioptrica</i>	Marsopa de anteojos
<i>Mirounga leonina</i>	Foca elefante del Sur
<i>Arctocephalus australis</i>	Lobo fino Sudamericano
<i>Otaria flavescens</i>	Lobo de Sudamérica
<i>Lontra felina</i>	Chungungo

5.5.1.3 *Especies circuntropicales.* Formando este conjunto se encuentran agrupadas las 18 especies (23.4%) del PO, que se integran en un orden, dos subórdenes, cuatro familias y 13 géneros (Tabla 9). La familia mejor representada fue Delphinidae con 12 especies.



Tabla 9. Especies con distribución circuntropical presentes en el PO.

Especies circuntropicales	Nombre común
<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena de Bryde
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano
<i>Mesoplodon densirostris</i>	Zifio de Blainville
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Zifio peruano
<i>Indopacetus pacificus</i>	Zifio de Longman
<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común
<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común de hocico largo
<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín moteado Pantropical
<i>Stenella longirostris</i>	Delfín tornillo
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfín listado
<i>Globicephala macrorrhynchus</i>	Delfín calderón de aletas cortas
<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa
<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea
<i>Peponocephala electra</i>	Delfín cabeza de melón

5.5.1.4 *Especies cosmopolitas*. Formando este conjunto se encuentran agrupadas las nueve especies (11.7%) del PO, que se integran en un orden, dos subórdenes, cuatro familias y seis géneros (Tabla 10). La familia mejor representada fue Balaenopteridae con cinco especies.

Tabla 10. Especies con distribución cosmopolita presentes en el PO.

Especies Cosmopolitas	Nombre común
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aleta
<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorcual de sei
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena de minke
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso
<i>Orcinus orca</i>	Orca

5.5.1.5 *Especies endémicas*. Se considera como especies endémicas a las que tienen distribución restringida dentro del PO. El número de taxones categorizados como endémicos fue de nueve especies, agrupadas en dos órdenes, un suborden, cuatro familias y seis géneros (Tabla 11). La familia mejor representada fue Otariidae con tres especies.



Tabla 11. Especies con distribución endémica presentes en el PO.

Especies endémicas	Nombre común
<i>Mesoplodon perrini</i>	Zifio de Perrin
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Zifio peruano
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín de Peale
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno
<i>Phocoena sinus</i>	Vaquita marina
<i>Mirounga angustirostris</i>	Foca elefante del Norte
<i>Arctocephalus townsendii</i>	Lobo fino de Guadalupe
<i>Arctocephalus galapagoensis</i>	Lobo fino de Galápagos
<i>Arctocephalus philippii</i>	Lobo fino de Juan Fernández

5.5.1.6 *Especies con microendemismos*. Se considera como especies con microendemismos a las que tienen distribución restringida a ciertas áreas dentro del PO. El número de taxones categorizados fue de seis especies, agrupadas en dos órdenes, un suborden, tres familias y cuatro géneros (Tabla 12).

Tabla 12. Especies que presentan microendemismos dentro del PO.

Especies con microendemismos	Nombre común
<i>Mesoplodon perrini</i>	Zifio de Perrin
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	Zifio peruano
<i>Lagenorhynchus australis</i>	Delfín de Peale
<i>Cephalorhynchus eutropia</i>	Delfín chileno
<i>Phocoena sinus</i>	Vaquita marina
<i>Mirounga angustirostris</i>	Foca elefante del Norte
<i>Arctocephalus townsendii</i>	Lobo fino de Guadalupe
<i>Arctocephalus galapagoensis</i>	Lobo fino de Galápagos
<i>Arctocephalus philippii</i>	Lobo fino de Juan Fernández

5.5.2 GRADIENTE LATITUDINAL Y AFINIDADES ZOOGEOGRÁFICAS POR SECCIONES

5.5.2.1 INTERVALOS DE 5° LATITUDINALES

Se evaluó la variación latitudinal de las afinidades zoogeográficas a intervalos de 5°, mediante el esquema de secciones establecidas (Fig. 19).

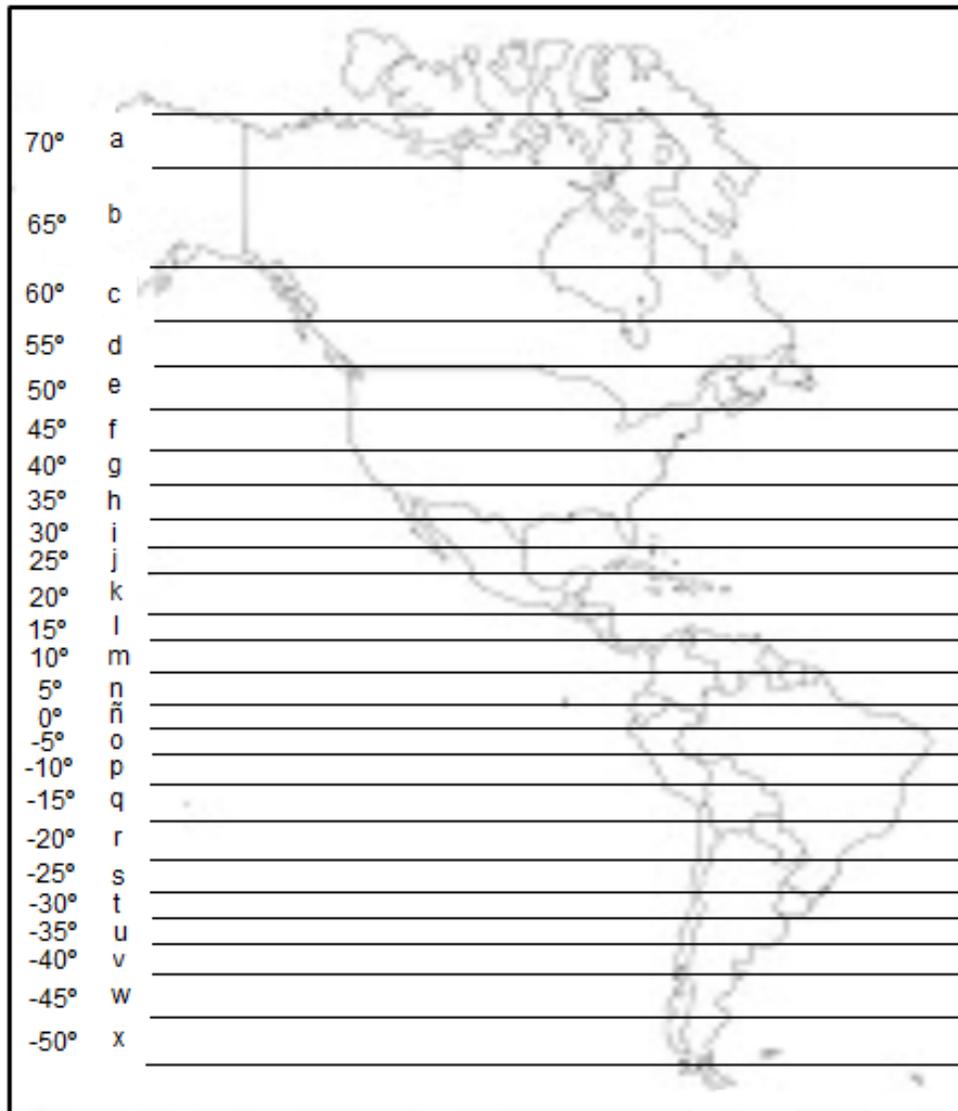


Figura 19. Secciones latitudinales utilizadas para dividir al Pacífico Oriental en un esquema latitudinal con intervalo de 5° para la evaluación de la mastofauna marina.

Por medio de este primer esquema, se establecieron un total de 25 secciones para dividir al PO, cada una delimitada por 5° de latitud; para el reconocimiento de cada sección, les fue asignada una letra del alfabeto (**a - x**). Las agrupaciones construidas para cada grado de latitud se muestran en la Tabla 13.



Tabla 13. Conjuntos establecidos a partir de la delimitación latitudinal en el PO y su número de especies.

Sección	Latitud	Países	No. spp
a	70° N	Alaska	17
b	65° N	Alaska	17
c	60° N	Canadá	28
d	55° N	Canadá	26
e	50° N	Estados Unidos	39
f	45° N	Estados Unidos	33
g	40° N	Estados Unidos	40
h	35° N	Estados Unidos	40
i	30° N	México	49
j	25° N	México	38
k	20° N	México	38
l	15° N	México	22
m	10° N	Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia	23
n	5° N	Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia	23
ñ	0°	Ecuador	28
o	-5° S	Perú	25
p	-10° S	Perú	31
q	-15° S	Perú	24
r	-20° S	Chile	28
s	-25° S	Chile	25
t	-30° S	Chile	37
u	-35° S	Chile	30
v	-40° S	Chile	31
w	-45° S	Chile	24
x	-50° S	Chile	26

De la sección **a** a la **l** quedaron conformadas por un país, la **m** y **n** con dos o más países, y de la sección **ñ** a la **x** también con un país cada una. La sección **i** tuvo la mayor riqueza de especies (49), mientras que las secciones **a** y **b** cuentan con la menor riqueza específica (17).

A partir de esta evaluación se determinó que la sección “**a**” la componen 17 especies, de las cuales cuatro corresponden a la categoría de especies cosmopolitas y 13 neárticas. Con base en el esquema de regiones y provincias, se encontró que estas 17 especies tuvieron afinidad con la Provincia de las Aleutianas (Tabla 14).



En cuanto a la sección “**b**”, también se registró un conjunto formado por 17 especies, de ellas cuatro pertenecen al componente cosmopolita y trece neárticas. En términos de la regionalización y esquema de provincias, se encontró que las 17 especies mostraron afinidad con la Provincia de las Aleutianas.

En la sección “**c**” se identificaron 28 especies, de las cuales seis forman parte del componente cosmopolita, 21 neárticas y una circuntropical. Por otro lado, se obtuvo que las especies son afines con la Provincia de las Aleutianas.

Para la sección “**d**”, se identificó un número total de 26 especies, de las cuales seis son cosmopolitas, 19 neárticas y una circuntropical. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a la Provincia de las Aleutianas.

La sección “**e**” cuenta con 39 especies, de ellas nueve son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, 22 neárticas y seis circuntropicales. Estas 39 especies fueron afines con la Provincia de las Aleutianas.

La sección “**f**” cuenta con 33 especies registradas, nueve de ellas son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, 17 neárticas y seis circuntropicales. De acuerdo con el esquema de regiones y provincias, se observó que las especies son afines con las Provincias de las Aleutianas y Oregoniana.

En la sección “**g**” hay 40 especies, de ellas nueve son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, 17 neárticas y 13 circuntropicales. Con respecto a las regiones y provincias, las especies fueron afines con la Provincia Oregoniana.

En total se registraron 40 especies para la sección “**h**”, de las cuales 9 son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, 17 neárticas y 13 circuntropicales. Las especies fueron afines con las Provincias Oregoniana, Sandiegina y Sinus-Californiana.

Para la sección “**i**”, se identificó un número total de 49 especies, de las cuales nueve son cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismos, 20 neárticas, 17 circuntropicales y dos neotropicales. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a las Provincias Sandieguina y Sinus-Californiana.



En cuanto a la sección “*j*”, se registró un conjunto formado por 38 especies, de ellas 9 pertenecen al componente cosmopolita, una endémica, una presenta microendemismo, 11 neárticas, 17 circuntropicales y una neotropical. En términos de la regionalización y esquema de provincias, se encontró que las 38 especies mostraron afinidad con las Provincias Sandieguina, Sinus-Californiana y Mexicana.

En la sección “*k*” se identificaron 38 especies, de las cuales 9 forman parte del componente cosmopolita, una endémica, nueve neárticas y 17 circuntropicales. Por otro lado, se obtuvo que las especies fueron afines con la Provincia Mexicana.

En total se registraron 22 especies para la sección “*l*”, de las cuales 7 son cosmopolitas y 15 circuntropicales. Las especies fueron afines con las Provincias Mexicana y Panámica.

En cuanto a la sección “*m*”, también se registró un conjunto formado por 23 especies, de ellas siete pertenecen al componente cosmopolita y 16 circuntropicales. En términos de la regionalización y esquema de provincias, se encontró que las 23 especies mostraron afinidad con la Provincia Panámica.

En la sección “*n*” también se identificaron 23 especies, de las cuales siete forman parte del componente cosmopolita y 16 circuntropicales. Por otro lado, se obtuvo que las especies son afines con la Provincia Panámica.

Para la sección “*ñ*”, se identificó un número total de 28 especies, de las cuales siete son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, una neártica, 16 circuntropicales y tres neotropicales. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a la Provincia Panámica.

La sección “*o*” cuenta con 25 especies, de ellas siete son cosmopolitas, 15 circuntropicales y tres neotropicales. Estas 25 especies fueron afines con la Provincia Panámica.

La sección “*p*” cuenta con 31 especies registradas, ocho de ellas son cosmopolitas, una neártica, 15 circuntropicales y siete neotropicales. De acuerdo con el esquema de regiones y provincias, se observó que las especies son afines con las Provincias Panámica, de Galápagos y Peruano-Chilena.



En la sección “*q*” hay 24 especies, de ellas siete son cosmopolitas, diez circuntropicales y siete neotropicales. Con respecto a las regiones y provincias, las especies fueron afines con la Provincia Peruano-Chilena.

En total se registraron 28 especies para la sección “*r*”, de las cuales siete son cosmopolitas, una neártica, 11 circuntropicales y diez neotropicales. Las especies fueron afines con la Provincia Peruano-Chilena.

Para la sección “*s*”, se identificó un número total de 25 especies, de las cuales siete son cosmopolitas, una neártica, nueve circuntropicales y nueve neotropicales. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a la Provincia Peruano-Chilena.

La sección “*t*” la componen 37 especies, de las cuales nueve corresponden a la categoría de especies cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, diez circuntropicales y 17 neotropicales. Con base en el esquema de regiones y provincias, se encontró que estas 37 especies tuvieron afinidad con la Provincia Peruano-Chilena.

En cuanto a la sección “*u*”, también se registró un conjunto formado por 30 especies, de ellas ocho pertenecen al componente cosmopolita, dos endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, cinco circuntropicales y 16 neotropicales. En términos de la regionalización y esquema de provincias, se encontró que las 30 especies mostraron afinidad con la Provincia Peruano-Chilena.

En la sección “*v*” se identificaron 31 especies, de las cuales ocho forman parte del componente cosmopolita, dos endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, cinco circuntropicales y 17 neotropicales. Por otro lado, se obtuvo que las especies son afines con la Provincia Peruano-Chilena.

Para la sección “*w*”, se identificó un número total de 24 especies, de las cuales seis son cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, una circuntropical y 16 neotropicales. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a la Provincia Peruano-Chilena.

En la última sección “*x*”, se tienen registradas 26 especies, de este elenco seis son consideradas como cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, una circuntropical y 18 neotropicales. Mientras que



de acuerdo con el esquema de regiones y provincias, las especies son afines con la Provincia Peruano-Chilena.

Tabla 14. Número de especies de la mastofauna marina respecto a cada categoría de afinidad zoogeográfica, bajo el esquema de secciones latitudinales y provincias; PA = Provincia de las Aleutianas, PO = Provincia Oregoniana, PS = Provincia Sandieguina, PSC = Provincia Sinus-californiana, PM = Provincia Mexicana, PP = Provincia Panámica, PG = Provincia de Galápagos, PPC = Provincia Peruano-Chilena, C = Cosmopolita, E = Endémica, NA = Neártica, CT = Circuntropical, NT = Neotropical, ME = Microendemismo.

Sección	PA	PO	PS	PSC	PM	PP	PG	PPC	C	E	ME	NA	CT	NT	Especies
a	17								4			13			17
b	17								4			13			17
c	28								6			21	1		28
d	26								6			19	1		26
e	39								9	1	1	22	6		39
f	33	33							9	1	1	17	6		33
g		40							9	1	1	17	13		40
h		40	40	40					9	1	1	17	13		40
i			49	49					9	2	2	20	17	2	49
j			38	38	38				9	1	1	11	17	1	38
k					38				9	1		9	17		38
l					22	22			7				15		22
m						23			7				16		23
n						23			7				16		23
ñ						28			7	1	1	1	16	3	28
o						25			7				15	3	25
p						31	31	31	8			1	15	7	31
q								24	7				10	7	24
r								28	7			1	11	10	28
s								25	7			1	9	9	25
t								37	9	2	2	1	10	17	37
u								30	8	2	2	1	5	16	30
v								31	8	2	2	1	5	17	31
w								24	6	2	2	1	1	16	24
x								26	6	2	2	1	1	18	26



5.5.2.2 INTERVALOS DE 10° LATITUDINALES

De igual forma, se evaluó la variación latitudinal de las afinidades zoogeográficas a intervalos de 10°, mediante el esquema de secciones establecidas (Fig. 20).

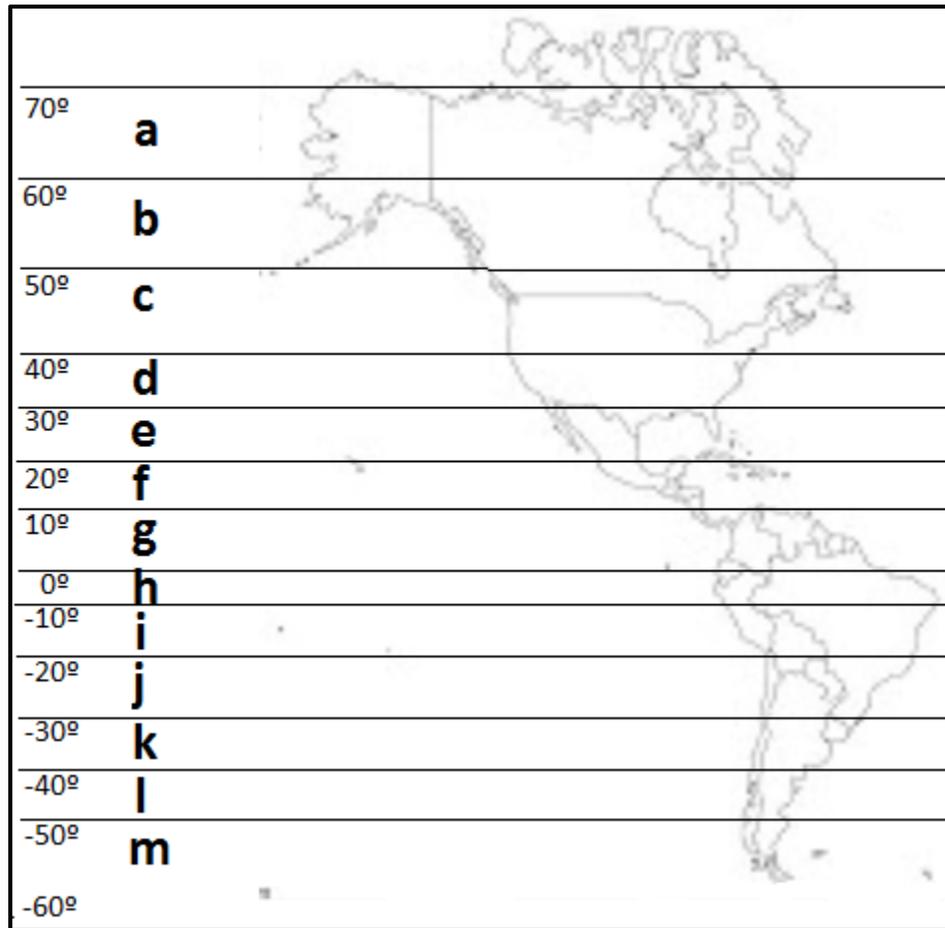


Figura 20. Secciones latitudinales utilizadas para dividir al Pacífico Oriental en un esquema latitudinal con intervalo de 10° para la evaluación de la mastofauna marina.

Por medio de este segundo esquema, se establecieron un total de 13 secciones para dividir al PO, cada una delimitada por 10° de latitud; para el reconocimiento de cada sección, les fue asignada una letra del alfabeto (**a - m**). Las agrupaciones construidas para cada grado de latitud se muestran en la Tabla 15.



Tabla 15. Conjuntos establecidos a partir de la delimitación latitudinal en el PO y su número de especies.

Sección	Latitud	Países	No. spp
a	70° - 60°N	Alaska	22
b	60° - 50°N	Alaska y Canadá	41
c	50° - 40°N	Canadá y Estados Unidos	47
d	40° - 30°N	Estados Unidos y México	49
e	30° - 20°N	México	49
f	20° - 10°N	México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica	36
g	10° - 0°	Costa Rica, Panamá, Colombia y Ecuador	30
h	0° - 10°S	Ecuador y Perú	33
i	10° - 20°S	Perú y Chile	37
j	20° - 30°S	Chile	43
k	30° - 40°S	Chile	41
l	40° - 50°S	Chile	37
m	50° - 60°S	Chile	27

La sección **a** quedó conformada por un país, la **b** y **c** con dos países, **d** (tres), **e** (uno), **f** (cinco), **g** (cuatro), **h** e **i** (dos cada una), **j**, **k**, **l** y **m** (uno). Las secciones con mayor riqueza de especies (49), fueron los integrados por los países Estados Unidos y México (**d** y **e**), mientras que la sección **a** formada por el país Alaska, cuenta con la menor riqueza específica (22).

A partir de esta evaluación se determinó que la sección “**a**” la componen 22 especies, de las cuales cinco corresponden a la categoría de especies cosmopolitas, 16 neárticas y una circuntropical. Con base en el esquema de regiones y provincias, se encontró que estas 22 especies tuvieron afinidad con la Provincia de las Aleutianas (Tabla 16).

En cuanto a la sección “**b**”, se registró un conjunto formado por 41 especies, de ellas ocho pertenecen al componente cosmopolita, una endémica, una presenta microendemismo, 24 neárticas, siete circuntropicales y una neotropical. En términos de la regionalización y esquema de provincias, se encontró que las 41 especies mostraron afinidad con la Provincia de las Aleutianas.

En la sección “**c**” se identificaron 47 especies, de las cuales nueve forman parte del componente cosmopolita, una endémica, una presenta microendemismo, 22 neárticas y 14 circuntropicales. Por otro lado, se obtuvo que las especies son afines con las Provincias de las Aleutianas y la Oregoniana.



Para la sección “**d**”, se identificó un número total de 49 especies, de las cuales nueve son cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismo, 19 neárticas, 17 circuntropicales y dos neotropicales. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a las Provincias Oregoniana, Sandieguina y Sinus-californiana.

La sección “**e**” cuenta con 49 especies, de ellas nueve son cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismo, 19 neárticas, 17 circuntropicales y dos neotropicales. Estas 49 especies fueron afines con las Provincias Sandieguina, Sinus-californiana y Mexicana.

La sección “**f**” cuenta con 36 especies registradas, nueve de ellas son cosmopolitas, tres endémicas, una presenta microendemismo, ocho neárticas y 18 circuntropicales. De acuerdo con el esquema de regiones y provincias, se observó que las especies son afines con las Provincias Mexicana y Panámica.

En la sección “**g**” hay 30 especies, de ellas nueve son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, una neártica, 17 circuntropicales y dos neotropicales. Con respecto a las regiones y provincias, las especies fueron afines con la Provincia Panámica.

En total se registraron 33 especies para la sección “**h**”, de las cuales nueve son cosmopolitas, una endémica, una presenta microendemismo, 17 circuntropicales y seis neotropicales. Las especies fueron afines con las Provincias Panámica y de Galápagos.

Para la sección “**i**”, se identificó un número total de 37 especies, de las cuales nueve son cosmopolitas, una neártica, 17 circuntropicales y 11 neotropicales. En relación al esquema de regiones y provincias, para esta sección se determinó que las especies son afines a las Provincias de Galápagos y Peruano-Chilena.

En cuanto a la sección “**j**”, se registró un conjunto formado por 43 especies, de ellas nueve pertenecen al componente cosmopolita, tres endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, 15 circuntropicales y 16 neotropicales. En términos de la regionalización y esquema de provincias, se encontró que las 43 especies mostraron afinidad con la Provincia Peruano-Chilena.

En la sección “**k**” se identificaron 41 especies, de las cuales nueve forman parte del componente cosmopolita, tres endémicas, dos presentan



microendemismo, una neártica, 13 circuntropicales y 16 neotropicales. Por otro lado, se obtuvo que las especies fueron afines con la Provincia Peruano-Chilena.

En total se registraron 37 especies para la sección “*l*”, de las cuales nueve son cosmopolitas, tres endémicas, dos presentan microendemismo, una neártica, ocho circuntropicales y 18 neotropicales. Las especies fueron afines con la Provincia Peruano-Chilena.

En la última sección “*m*”, se tienen registradas 27 especies, de este elenco siete son consideradas como cosmopolitas, dos endémicas, dos presentan microendemismo, una circuntropical y 18 neotropicales. Mientras que de acuerdo con el esquema de regiones y provincias, las especies son afines con la Provincia Peruano-Chilena.

Tabla 16. Número de especies de la mastofauna marina respecto a cada categoría de afinidad zoogeográfica, bajo el esquema de secciones latitudinales y provincias; PA = Provincia de las Aleutianas, PO = Provincia Oregoniana, PS = Provincia Sandieguina, PSC = Provincia Sinus-californiana, PM = Provincia Mexicana, PP = Provincia Panámica, PG = Provincia de Galápagos, PPC = Provincia Peruano-Chilena, C = Cosmopolita, E = Endémica, NA = Neártica, CT = Circuntropical, NT = Neotropical, ME = Microendemismo.

Sección	PA	PO	PS	PSC	PM	PP	PG	PPC	C	E	ME	NA	CT	NT	Especies
a	22								5			16	1		22
b	41								8	1	1	24	7	1	41
c	47	47							9	1	1	22	14		47
d		49	49	49					9	2	2	19	17	2	49
e			49	49	49				9	2	2	19	17	2	49
f					36	36			9	3	1	8	18		36
g						30			9	1	1	1	17	2	30
h						33	33		9	1	1		17	6	33
i							37	37	9			1	17	11	37
j								43	9	3	2	1	15	16	43
k								41	9	3	2	1	13	16	41
l								37	9	3	2	1	8	18	37
m								27	7	2	2		1	18	27



VI. DISCUSIÓN

El conocimiento de la mastofauna marina ha sido abordado a través de diversos estudios llevados a cabo por la comunidad científica, cuyos resultados reseñan de forma histórica aspectos relevantes de la mastofauna internacional y latinoamericana; entre las obras más sobresalientes están las de Bowen y Siniff (1999), Berta *et al.* (2006, 2012 y 2015), Pompa *et al.* (2011), Escalante *et al.* (2013), Jefferson *et al.* (2015). En especial para la región del PO, destaca la contribución de CPPS/PNUMA (2012).

A pesar de lo anterior, aún en la actualidad resulta difícil conocer el avance que guardan las investigaciones mastofaunísticas desarrolladas con el propósito de estimar una cifra exacta del número de especies conocidas y su distribución dentro del PO. Aunque se cuenta con un número importante de investigaciones que abordan la denominada taxonomía “alfa” de algunas regiones, todavía existen áreas geográficas poco exploradas.

Por esto, se reconoce la necesidad de llevar a cabo inventarios mastofaunísticos lo más completo posibles, sustentados en actividades de exploración, descripción, denominación, documentación y catalogación, a través de los cuales sea posible la generación de un conocimiento preciso de los recursos con que se cuenta (De la Sota, 1982; Del Moral-Flores, 2010). En este contexto resulta incipiente la elaboración de bases de datos sobre la biodiversidad marina a escala internacional (Aguilar *et al.*, 2008), tan necesarias para la toma de decisiones informadas, integrales y pertinentes, que permitan un mejor conocimiento y cuidado de dicha biodiversidad (Nieto-Nafría, 1999; Michán *et al.*, 2008).

BASE DE DATOS

Los 4,104 registros recuperados en el presente estudio fueron compilados en una base de datos. Estas compilaciones son una estrategia de almacenamiento de la información, las cuales se emplean con frecuencia en los estudios mastofaunísticos (Peterson *et al.*, 2002, 2011).

La base de datos generada de las especies de mamíferos marinos registradas en el PO es una muestra de la importancia que ha tenido el desarrollo de redes de información de la biodiversidad (e.g. RIB, Global Biodiversity Information Facility, Mammal Networked Information System y el Sistema de Información Regional sobre Biodiversidad Marina y Áreas Protegidas del Pacífico Sudeste) para la recopilación de datos primarios (Peterson *et al.*, 2002, 2011;



Escalante *et al.*, 2013) de todas las especies conocidas actualmente, así como de garantizar que esta información esté disponible para todo público. Así mismo, las bases de datos disponibles por sí mismas no concentran información completa y para este trabajo brindaron menos de la mitad de la información para este análisis.

La información que se encuentra disponible en las bases de datos es propensa a tener errores en cuanto a la clasificación taxonómica de las especies, además varios registros no cuentan con los datos suficientes o en algunos casos no puede ser cotejada la información (Soberon y Peterson, 2004; Espinosa-Martínez, 2013). Este fue uno de los problemas con el que se enfrentó al momento de recopilar y depurar la base de datos.

La georreferenciación de los registros fue otra dificultad que se presentó. Algunos autores han propuesto georreferenciar los datos con la ayuda de gaceteros electrónicos (Murphey *et al.*, 2004; Sua *et al.*, 2004). Sin embargo, la mayoría contaban con información del lugar de avistamiento y hacían referencia a la localidad en tierra. Esto se debe a la dificultad de referenciar una localidad en el mar ya que no hay puntos de referencia claros, en comparación con lo que ocurre en tierra.

En gran medida la falta de información, sobre las especies de mamíferos marinos, se debe a que en la mayoría de los países no existen programas de monitoreo de largo plazo, excepto para especies costeras como ballenas jorobadas y azules (e.g. México, Colombia, Ecuador, Panamá y Sur de Chile). Aún así, la información de programas de monitoreo costero es puntual y fragmentaria, incluso dentro de zonas de concentración de ballenas (Félix y Haase, 2005; Hucke-Gaete *et al.*, 2005). En casi todos los países de Centro y Sudamérica la información sobre mamíferos marinos es producida por científicos independientes, ONG, observadores contratados por compañías de exploración de hidrocarburos y en menor grado por científicos en universidades e instituciones de investigación gubernamentales. Esto de alguna manera limita el acceso a la información, pues existe una importante cantidad de literatura gris (informes, tesis, consultorías), que no es de fácil acceso. Además, la información publicada generalmente contiene sólo los análisis y no los metadatos ni la información de esfuerzo.

A pesar de las limitaciones que se han encontrado en las RIB, y otras bases de datos, se ha hecho un gran esfuerzo por contar con la información suficiente para cada una de las especies (georreferencias, que no se presenten errores nomenclaturales), con el fin de contar con información confiable que pueda ser utilizada no solo en estudios como este.



El número de registros aquí obtenidos que provienen de fuentes museográficas (1,390), refleja la gran importancia que tiene la información contenida en museos y colecciones biológicas de referencia (Edwards, 1985). Lo cual se debe a la gran cantidad de información que resguardan, por lo que se les considera como una librería con archivos en activo que ayudan y soportan gran cantidad de estudios en Biología (Berry, 1985).

De las fuentes bibliográficas aquí consultadas (2,713 registros), se extrajo información de los artículos científicos, que incluyen publicaciones sobre registros de mamíferos marinos realizadas en embarcaciones, incluyendo la descripción de nuevas especies para la ciencia; hasta investigaciones sobre el análisis de la diversidad y biogeografía (Bowen y Siniff, 1999; Reeves *et al.*, 2005; CPPS/PNUMA, 2007).

COMPOSICIÓN TAXONÓMICA

El análisis de la mastofauna marina del PO, permitió identificar un total de 77 especies, de las cuales forman parte de la diversidad representativa de este mar, cuyo esfuerzo por estudiarlo se ha ido incrementando a través del tiempo.

En un sentido más amplio, existen estimaciones del número de especies de mamíferos marinos conocidos en el mundo; por ejemplo, Kaschner *et al.* (2011) estiman la relativa probabilidad de ocurrencia de 115 especies; si este fuera el caso, la mastofauna marina asociada al PO representaría el 66.9% de las especies conocidas a nivel mundial. Y en comparación con estudios realizados en otras áreas como el Atlántico (Espinosa-Martínez, 2013), la riqueza encontrada en este trabajo es mayor.

La elevada productividad biológica de las aguas que circundan al PO, constituye uno de los factores del ambiente que más contribuyen a la notable diversidad de mamíferos marinos que se pueden encontrar (Lindberg, 1991). Esto aunado a otros eventos como el aislamiento geográfico de las zonas que pudo promover el establecimiento de diferentes conjuntos, así como procesos de migración, colonización, especiación y extinción (Lipps y Mitchell, 1976).

Por otro lado, los cambios climáticos podrían afectar los patrones de distribución y abundancia de los mamíferos marinos (Lindberg, 1991), como Simmonds y Stephen (2007) que en las observaciones de un estudio indican que ciertas especies y poblaciones pueden ser especialmente vulnerables, incluidas aquellas con un rango de hábitat limitado, como la vaquita marina *Phocoena sinus*,



o aquellas para las cuales el hielo marino proporciona una parte importante de su hábitat, como el narval *Monodon monoceros*, la beluga *Delphinapterus leucas*, la ballena *Balaena mysticetus* y el oso polar *Ursus maritimus*.

ESTIMACIÓN DE LA RIQUEZA Y GRADIENTES LATITUDINALES

A la fecha, no se habían realizado estimaciones de este tipo sobre toda la mastofauna marina presente en el PO, para nuestro conocimiento solo existen trabajos realizados en ciertos países incluidos dentro del PO. Por ejemplo, Escalante *et al.* (2013) para la zona Neártica; Torres *et al.* (1995) para México; ARAP (2014) para Panamá y para el caso de los mamíferos terrestres a nivel mundial está el trabajo de Kaufman y Willig (2014).

La región de mayor riqueza específica es el Pacífico Norte, lo que se relaciona con la entrada de la Corriente de California, de aguas frías y templadas del Norte, y la confluencia en esta área de la contracorriente norecuatorial de aguas más cálidas (Torres, 1991; Cano, 1991). Esto permite que la región presente especies con afinidades tanto de aguas frías y templadas como de aguas tropicales. Por ejemplo, México tiene casi el mismo número de especies de mamíferos marinos que los Estados Unidos de Norteamérica (excluyendo Hawai y Alaska), país con una superficie marítima tres y medio veces mayor a la mexicana.

Las zonas de alta riqueza en el PO concuerdan con zonas de riqueza de los mamíferos marinos a nivel mundial, identificadas a partir de dos métodos diferentes. El primero es un índice de adecuación ambiental (RES), a partir del cual se identifica que la diversidad más alta de mamíferos marinos se localiza en aguas subtropicales y templadas; sin embargo, dichas zonas son definidas sólo considerando a los cetáceos y pinnípedos, dejando fuera los sirenios y carnívoros (Kaschner *et al.*, 2011). El segundo método identifica las zonas de alta riqueza a partir de la sobreposición de los mapas publicados de la distribución geográfica de los mamíferos marinos (Pompa *et al.*, 2011). En este caso no se consideran las variables ambientales que pueden estar influyendo en la distribución de las especies. Los trabajos realizados a partir de estos métodos muestran una buena aproximación de las áreas donde se presentan la mayor concentración de mamíferos marinos en todos los océanos.

Las zonas de riqueza media y baja puede deberse a una limitante ecológico-geográfica, es decir, que las partes más alejadas a la costa no presentan las condiciones necesarias debido a que no presentan zonas de surgencia o de concentración de nutrientes, a diferencia de las zonas costeras, y el hecho de que se puedan encontrar especies distribuidas en estas zonas puede



deberse a diversos factores: 1) que dichas áreas presenten ciertas condiciones favorables para esas especies, 2) que sean zonas que las especies utilicen como paso al momento de migrar y 3) que ahí existan personas que las puedan ver.

La obtención de los patrones de riqueza, no sólo en el caso de los mamíferos marinos, sino para todas las especies ya sea en mar o tierra, puede ayudarnos para poder decir qué zonas contienen un gran número de especies y a partir de ahí poder definir si esas zonas podrían ser consideradas como zonas de conservación.

Aunque existen enormes contrastes en la diversidad de especies entre el ambiente terrestre y el marino a nivel mundial, algunos patrones son similares y pueden atender a causas semejantes, tal como sucede en esquemas de análisis de gradientes latitudinales de la biodiversidad (Briggs, 1995).

Las curvas que relacionan el área y el número de especies son de los primeros patrones descritos en la literatura; sin embargo, la aplicación de los gradientes latitudinales son los más reconocidos (Rosenzweig, 1995; Gaston, 2000). En este sentido, se conocen los gradientes latitudinales de la diversidad para distintos grupos de especies terrestres: plantas, marsupiales, murciélagos, anfibios, reptiles (Gentry, 1988; Rosenzweig, 1992; Lyons y Willig, 1997; Duellman, 1999); y también para grupos marinos: decápodos, gasterópodos, ostrácodos, eufasiáceos y peces costeros (Roy *et al.*, 1998; Floeter y Soares, 1999; Floeter y Gasparini, 2000; Häusserman, 2006).

El patrón encontrado para la mastofauna marina del PO, manifestó un gradiente latitudinal en la riqueza de especies, el cual disminuye con el aumento de la latitud y aumenta en ambos hemisferios en la zona templada. Los análisis de los patrones geográficos de la riqueza de especies de mamíferos en América del Norte y del Sur han demostrado repetidamente lo mismo, encontrando el mismo patrón de riqueza latitudinal (Mares y Ojeda, 1982; Willig y Gannon, 1997; Kaufman y Willig, 2014). Diversos autores ya habían mencionado la posibilidad de un potencial gradiente latitudinal de la biodiversidad en el PO, como sucede en el caso de los opistobranquios (Fernández, 1997) y peces (Del Moral-Flores, 2010).

Sin embargo, las pocas especies que habitan altas latitudes del hemisferio norte están más probablemente restringidas a una zona latitudinal que especies que habitan cualquier otra zona, excepto los trópicos. Como ejemplos están los estudios sobre los mamíferos terrestres y marinos que se han hecho en México y el resto del mundo (Rodríguez *et al.*, 2003; Pompa *et al.*, 2011; Escalante *et al.*, 2013; Espinosa-Martínez, 2013).



Aunque la relación entre la riqueza de especies y la latitud fue altamente significativa en ambos continentes, las relaciones de riqueza y latitud difirieron entre Norte y Sur. Las diferencias para cada continente se deben en parte a la disparidad en las formas, áreas y faunas de los continentes, esto sugiere que los taxones se agregan o eliminan a diferentes velocidades, según las historias y las características físicas de los dos continentes.

Se han desarrollado varias teorías para explicar el gradiente latitudinal, incluyendo las diferentes edades de los sistemas, la heterogeneidad espacial, la competencia, la depredación, la estabilidad climática y la productividad (Pianka, 1966; Rohde, 1992; Rosenzweig, 1992, 1995). Más recientemente, Rosenzweig (1992) sugirieron que la relación de la diversidad con la productividad debe ser considerada en la evaluación del gradiente latitudinal; sostenían que la competencia por los recursos o la heterogeneidad ambiental probablemente produzca el gradiente latitudinal.

Pianka (1966) estableció en forma resumida, los posibles factores que influyen en la distribución de las especies, de acuerdo con los gradientes latitudinales; dichos factores de acuerdo con Briggs (1995) y Willig *et al.* (2003) son:

Perturbación histórica. A causa de los cambios históricos que se han experimentado en los hábitats y el poco tiempo de las especies para adaptarse y colonizar.

Productividad. Entre mayor se encuentre la disponibilidad de energía útil, mayor será el número de especies que puede soportar el sistema y mayor será la especialización de las especies que coexisten.

Severidad. Pequeñas áreas aisladas, efímeras, con hábitats extremos, tendrán tasas de colonización menores o mayores a las tasas de extinción que se presentan en hábitats continuos, permanentes y físicamente uniformes.

Estabilidad climática. La fluctuación del entorno puede impedir la especialización y el incremento de las tasas de extinción, mientras que en un ambiente homogéneo pueden especializarse los organismos y persistir aun cuando son raras en términos de abundancia.



Heterogeneidad del hábitat. La diversidad en la estructura del hábitat físico permite la subdivisión con base en la delimitación de los recursos, y por ende una mayor especialización.

Competencia, depredación o mutualismo y los tipos de relaciones interespecíficas que acentúan la especialización.

Las hipótesis anteriormente mencionadas son plausibles para poder explicar los patrones de distribución latitudinal y vertical en los ecosistemas marinos, ya que estos factores delimitan o describen la distribución de las presas y el uso de hábitat de los mamíferos marinos (Jaquet y Whitehead, 1996; Bräguer *et al.*, 2003). Los patrones de las variaciones geográficas y estacionales de la temperatura del agua superficial, los patrones espaciales y temporales de la productividad primaria y la distribución resultante de los recursos alimenticios de los mamíferos marinos que varían a lo largo de las distancias oceánicas también influyen fuertemente en los patrones de distribución presentes y pasados de las especies de mamíferos marinos (Berta *et al.*, 2006).

Con base en lo anterior se puede señalar la posible influencia de estos factores hacia el gradiente latitudinal manifestado por los mamíferos marinos del PO; efectos similares han sido reportados a nivel global, en la región Neártica del Pacífico y en el Atlántico Norte, (Pompa *et al.*, 2011; Kaschner *et al.*, 2011; Espinosa-Martínez, 2013; Escalante *et al.*, 2013), así como para otros grupos marinos como crustáceos y peces del Océano Pacífico (Wicksten, 1989; Roy y Martien, 2001; Ojeda *et al.*, 2000; Del Moral-Flores, 2010).

De acuerdo con el patrón que se reporta en este trabajo, se establece que la riqueza de especies manifiesta una tendencia al aumento conforme se avanza hacia la región ecuatorial; sin embargo, se pudo observar un aparente descenso que comienza antes del límite norte y sur del Pacífico, o sea en los extremos del PO.

El mayor número de especies presentes en las partes norte, ecuatorial y sur, puede ser relacionada a que son las zonas más importantes de surgencias costeras en el Océano Pacífico, ya que se encuentran en Oregon y California (EUA), en Baja California, la zona exterior del golfo de Guayaquil y Ecuador y en las costas de Perú y Chile (Lara *et al.*, 2008). En estas surgencias se presentan interacciones muy estrechas entre la dinámica fisicoquímica y la parte biológica, que favorece una alta diversidad y abundancia de productores primarios, zooplancton y especies mayores (Cucalón, 1996; Heilman, 2008; Heileman *et al.*, 2008). Las regiones donde se presentan estos procesos de surgencias están



asociadas a pesquerías importantes y a una alta diversidad y riqueza de especies de cetáceos (Medrano *et al.*, 2007).

El análisis de los patrones latitudinales ha sido de gran utilidad para el conocimiento de la distribución de los organismos marinos (Ojeda *et al.*, 2000; Häusserman, 2006). En la disposición espacial, es factible observar la restricción de ciertas especies, como las endémicas y aquellas templadas de cuentan con una distribución discontinua. El resultado de esta configuración, es reflejo de las interacciones entre los distintos patrones biogeográficos, climáticos, e históricogeológicos que imperan dentro PO.

ANÁLISIS DE LA SIMILITUD Y ORDENACIÓN

Los resultados obtenidos por medio de la aplicación de los análisis de similitud y ordenación, permitieron observar diferencias en las agrupaciones de acuerdo con el tipo de datos utilizados; de manera particular en cuanto al número de especies, así como en relación con la presencia y/o ausencia de las especies analizadas. Las diferencias podrían ser consecuencia del nivel taxonómico empleado (Hromic, 2006; Mundo *et al.*, 2007).

Las agrupaciones derivadas de los análisis de similitud y ordenación de la mastofauna marina, coincide con el esquema de zonación del PO establecido por Briggs (1974, 1995).

Existen agrupaciones similares en el PO propuestos a partir del estudio de otros grupos biológicos como ictioplancton (Aceves *et al.*, 2003, 2004; Urías, 2007), peces, fitoplancton, decápodos, equinodermos, foraminíferos planctónicos, medusas, moluscos, quetognatos, sifonóforos, entre otros (Del Moral-Flores, 2010; Osorio, 1943; Parker, 1964; Alvariño, 1969; Rozo y Carreño, 1988; Correa y Carvacho, 1992; Correa y Rodríguez, 1998; Reyes *et al.*, 2005; Solís *et al.*, 2005; Espinosa y Váldez, 2007).

Las zonas faunísticas se encuentran delimitadas por zonas de transición; tal situación coincide con la reportada por otros autores en diversos grupos de organismos, que incluyen al grupo de los peces y crustáceos (Castro-Aguirre, 1983; Correa y Carvacho, 1992). En dichas zonas de transición se presentan características muy particulares que actúan a manera de barreras que influyen en los patrones de distribución de muchas especies; un ejemplo de este tipo de barreras se presenta en el Canal de Ballenas (Millán y Yentsch, 2000), debido a que este cuenta con una temperatura superficial particular y una profundidad de



1,600m, los cuales impiden la distribución de varias especies, entre las que destacan las costero-arrecifales (Castro *et al.*, 1995).

Algunos otros factores que podrían actuar también como barreras biogeográficas son las surgencias costeras en el Océano Pacífico que se encuentran en Oregon y California (EUA), en Baja California y en las costas de Perú y Chile (Lara *et al.*, 2008) y el relieve submarino escarpado, con numerosas depresiones y fosas con pendientes pronunciadas al (Castro *et al.*, 1995). Otras condiciones como el tipo de sustrato, batimetría, salinidad y productividad biológica funcionan como barreras zoogeográficas complementarias, las cuales limitan la distribución de las especies al actuar como filtros faunísticos (Hastings, 2000).

Los esquemas basados en la distribución de la mastofauna marina, propuestos hasta ahora para zonificar al PO, coinciden en lo general con el que se propone en el presente estudio. Del Moral-Flores, 2010, utilizó este mismo esquema para zonificar al PO sólo que su área de estudio solamente fue el Golfo de California.

De modo particular, cada zona aquí propuesta posee grupos de mamíferos marinos característicos (Ver Figura 9 y 10). En los tres grupos norteños que se presentan dentro del PO, se pueden identificar componentes asociados a las aguas frías de Alaska como algunos mysticetos y pinnípedos: *Balaena mysticetus*, *Phoca largha*, *Pusa hispida*, *Erignathus barbatus*, *Odobenus rosmarus* y *Ursus maritimus*. Algunas otras son especies que se distribuyen ahí y pueden habitar grados latitudinales más al centro (e.g. *Eschrichtius robustus*, *Berardius bairdii*, *Mesoplodon stejnegeri* y *Phocoenoides dalli*), y otras se encuentran a todo lo largo del PO y que manifiestan una estrecha relación con otras especies durante las migraciones que realizan en busca de alimento (*Balaenoptera physalus*, *Balaenoptera acutorostrata*, *Megaptera novaeangliae* y *Physeter macrocephalus* y *Orcinus orca*). También se presentan dos especies endémicas: *Arctocephalus townsendii* y *Phocoena sinus*.

En el grupo ecuatorial se encuentran especies que son asociadas a aguas tropicales como, por ejemplo: *Balaenoptera edeni*, *Kogia breviceps*, *Mesoplodon densirostris*, *Steno bredanensis*, *Delphinus delphis*, *Lagenodelphis hosei*, *Tursiops truncatus*, *Stenella attenuata* y *Globicephala macrorhynchus*. También especies endémicas como *Arctocephalus galapagoensis* y *Cephalorhynchus eutropia*.

Y en el grupo sureño están las especies asociadas a las aguas frías del sur como *Eubalaena australis*, *Caperea marginata*, *Balaenoptera bonaerensis*,



Hyperoodon planifrons, *Tasmacetus shepherdi*, *Mesoplodon layardii*, *Lagenorhynchus obscurus*, *Lissodelphis peronii*, *Globicephala melas*, *Mirounga leonina*, *Arctocephalus australis* y *Lontra felina*. Y dos especies endémicas de esa región que son *Cephalorhynchus eutropia* y *Arctocephalus philippii*.

BIOGEOGRAFÍA

La región del Pacífico ha sido reconocida como una región rica en términos de diversidad de especies (Del Moral-Flores, 2010, para peces). Se encontró que la región del Ártico, la Neártica y parte de la región Circuntropical son poco conocidas debido al bajo número de registros.

Este conocimiento bajo probablemente represente un patrón real, según lo previsto por el mapa de riqueza. Aunque es posible que América Central sea más diversa, este trabajo no pudo diagnosticarlo, probablemente debido a una pobre sistematización de los datos de recolección o un bajo esfuerzo de recolección, reflejado también en los mapas de riqueza.

Los mapas predictivos muestran picos distintos de la riqueza de especies de mamíferos marinos en las aguas templadas de ambos hemisferios, similares a los que se han encontrado para otros depredadores marinos y zooplancton (Tittensor *et al.*, 2010; Worm *et al.*, 2005). Estas áreas representan zonas de transición oceanográficas altamente productivas (Longhurst, 1995), donde las extensiones de rango de especies tropicales y templadas se superponen. El pico mucho más fuerte en el hemisferio sur podría explicarse por los patrones macroevolutivos de especiación en ausencia de barreras geográficas; esto puede haber dado lugar a un número mucho mayor de especies panglobales en el sur en comparación con el hemisferio norte.

Estos resultados se comparan bien con los patrones de diversidad global de mamíferos marinos informados por el grupo especialista en mamíferos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN Schipper *et al.*, 2008). En el estudio de la UICN muchas de las ballenas con barba con rangos que se extienden de polo a polo contribuyen a la banda ecuatorial en una gran riqueza de especies, aunque la presencia de ballenas barbadas en aguas tropicales se limita a unas pocas especies, como las ballenas Bryde (*Balaenoptera brydei* y *B. edeni*), ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) o algunas poblaciones residentes de ballena azul (*Balaenoptera musculus*) (Rice, 1998; Branch *et al.*, 2007).

Sin embargo, cabe señalar que la importancia de la batimetría para determinar la ocurrencia de especies podría ser sobreestimada desde este



enfoque, y que los patrones observados de riqueza de especies podrían tener menos parecido con los mapas batimétricos si se tuvieran en cuenta parámetros ambientales adicionales.

Otro estudio de la biodiversidad de mamíferos marinos analizó datos de avistamientos empíricos para cetáceos de aguas profundas (Whitehead *et al.*, 2008). Si bien este trabajo proporcionó ideas importantes, la desventaja es que solo se puede incluir un subconjunto de especies, y la cobertura espacial es baja. Sin embargo, cuando se comparan amplios patrones latitudinales de riqueza de especies, estos resultados empíricos coinciden bien con los resultados aquí obtenidos.

La distribución espacial y temporal de los cetáceos es influenciada por las características fisiográficas y oceanográficas del medio, distribución de presas, distribución de depredadores y disponibilidad de áreas adecuadas para el apareamiento y la crianza (Ortega *et al.*, 2004). La mayoría de las especies de cetáceos habitan aguas oceánicas con profundidad mayor a 200 m. Sólo tres especies habitan normalmente la región nerítica sobre la plataforma continental: la tonina, el delfín moteado del Atlántico y el delfín de dientes rugosos (Delgado-Estrella, 1994; Jefferson y Schiro 1997; Würsig *et al.*, 2000; Ortega-Ortiz, 2002; Fulling *et al.*, 2003).

Se ha propuesto que las distribuciones de las presas de los mamíferos marinos también pueden cambiar a latitudes más altas (Cheung *et al.*, 2009; Nicol *et al.*, 2008), hay pruebas de que la abundancia de presas y la biomasa en general pueden disminuir en algunas áreas (Greene y Pershing, 2004). Es difícil evaluar cómo las especies de mamíferos marinos, que a menudo son forrajeras oportunistas, responderán a cambios o reducciones en las distribuciones de las presas causadas por el aumento de las temperaturas, pero esto podría tener un efecto igual o mayor en las distribuciones de mamíferos marinos que los efectos directos de la temperatura.

Del mismo modo, los efectos indirectos, como los cambios en las interacciones de las especies (Moore y Huntington, 2008) o la dinámica de la población (Leaper *et al.*, 2006) también pueden afectar la distribución. La química del océano, que también cambia debido a la absorción de dióxido de carbono producido antropogénicamente (Feely *et al.*, 2004) tendrá un impacto potencial sobre los organismos calcáreos, cuyos efectos pueden propagarse a través de la red trófica.



El enfoque de este trabajo no incluye toda la gama de factores que afectan las distribuciones de mamíferos marinos hoy o en el futuro. Sin embargo, es probable que existan otros patrones biogeográficos tales como: la regionalización y el gradiente latitudinal que estén influyendo con gran fuerza en la biogeografía del Pacífico. De hecho, pueden existir diferencias, tal y como sucede en los gradientes ambientales dentro de una región geográfica uniforme, afectando las tasas de especiación geográfica: por ello se sugiere que las provincias zoogeográficas, podrían jugar un papel secundario en el número de especies presentes (Rosenzweig, 1995; Cook *et al.*, 2004).

Cuando se evalúan conjuntos de mamíferos marinos desde el punto de vista biogeográfico, es importante conocer las afinidades zoogeográficas que guardan sus especies, ya que a partir de esto es posible inferir hipótesis sobre su origen (Casas-Andreu, 1992). En relación con el esquema de regiones y provincias utilizado, se determinó que el mayor porcentaje de especies mostraron afinidad con la Región de California que incluye las provincias Oregoniana, Sandieguina y Sinus-californiana y con la provincia Peruano-Chilena que se encuentra en la Región Occidental de Sudamérica. De este modo, por medio del análisis zoogeográfico de la mastofauna marina del PO, fue posible encontrar un elevado número de especies neárticas y circumtropicales, seguido del conjunto circumpolar antártico, además de otros conjuntos como los de amplia distribución (cosmopolitas), aquellos que pertenecen a los conjuntos neotropicales y holárticas, y por el último el conjunto endémico.

Las relaciones zoogeográficas manifestadas por la mastofauna marina del PO, son un primer registro en este trabajo ya que no hay antecedentes previos a este tipo de análisis.

Mediante el análisis del esquema de secciones establecidas, las 25 y 13 secciones usadas para dividir al PO, que fueron delimitadas por 5° y 10° de latitud y cada sección establecida con una letra del alfabeto (**a - x**) y (**a - m**), demostraron que el mayor número de especies reportadas en el norte del Pacífico se encuentran en Canadá, Estados Unidos y México. En el caso de las especies del Sur, se concentraron en Perú y Chile. Esto es resultado de la gran diversidad biológica que resguarda el PO en sus inmediaciones.

En las secciones mencionadas anteriormente con mayor número de especies, para la región Norte se encontró que están compuestas por conjuntos neárticos, circumtropicales y cosmopolitas, y circumtropicales y circunpolar antárticos para la región del Sur.



VII. CONCLUSIONES

- El elenco de mamíferos marinos del PO, se compone de un orden, dos subórdenes, 15 familias, 42 géneros y 77 especies.
- Se determinó que las familias con mayor porcentaje de especies son en Cetacea: Delphinidae con 21 especies (27.3 %), Ziphiidae con 15 (19.5 %) y Balaenopteridae con 7 (9.1 %); y en Carnívora: Otariidae con 8 especies (10.4 %) y Phocidae con 7 (9.1 %).
- Los datos graficados mostraron una mayor riqueza de especies en la latitud del intervalo 30° a 40°, que corresponde a la costa occidental de Baja California con 49 especies, siendo las latitudes 65° y 70°, en Alaska tuvieron con menor riqueza (17 spp.).
- La diversidad de mamíferos marinos manifiesta un patrón de incremento conforme se avanza latitudinalmente de los polos hacia el ecuador.
- El análisis de la composición de mamíferos marinos y las relaciones entre las especies, permiten definir grupos dentro del PO: norteños, ecuatoriales y sureños.
- En términos de la afinidad que exhibe la mastofauna marina en relación con el esquema de regiones y provincias, se establece un patrón que refleja un mayor porcentaje de elementos afines a las provincias Oregoniana, Sandieguina, Sinus-californiana (63.63% cada una) y Peruano-Chilena (62.3%).
- Con base en el análisis de los patrones zoogeográficos que manifiesta la mastofauna marina, se determinó que 37.7% (26 spp.) de las especies corresponden a la categoría con distribución neártica, 24.6% (19) son neotropicales, 23.4% circuntropicales, 11.7% (9) son cosmopolitas y endémicas 11.7% (7), y 7.8% (6) presentan microendemismos.



VIII. LITERATURA CITADA

- Aceves, G., Jiménez, S., Hinojosa, A., Funes, R., Saldierna, R., Lluch, D., Smith, P. y Watson, W. 2003. Fish larvae from the Gulf of California. *Scientia Marina*. 67(1):1-11.
- Aceves, G., Jiménez, S., Hinojosa, A., Funes, R., Saldierna, R. y Smith, P. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology*. 65:832- 847.
- Aguilar, V., Kolb, M., Hernández, D., Urquiza, T. y Koleff, P. 2008. Prioridades de conservación de la Biodiversidad Marina de México. *Biodiversitas*. Número Especial. 79:1-15.
- Álvarez, S., Álvarez, T. y González, N. 2015. “Guía para la identificación de los mamíferos de México en campo y laboratorio”. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. México. 522pp.
- Alvariño, A. 1969. Zoogeografía del Mar de Cortés: Quetognatos, sifonóforos y medusas. *Anales Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Ciencias del Mar y Limnología*. 29 (1):11-54.
- ARAP (Autoridad de los Recursos Acuáticos de Panamá). 2014. “Guía para la identificación de mamíferos y reptiles marinos de Panamá”. Dirección General de Investigación y Desarrollo. Documento Técnico. Panamá. Primera Edición. 74 p.
- Arellano, V. y Medrano, 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.
- Baisre, J., Blanco, M., Cruz, D., Expósito, Y., García, G., Guevara, C., López, N., López, R., Montolio, M., Salabamia, D., Sánchez, L., Sánchez, L. y Serrano, M. 2009. “Curso Mamíferos Marinos”. Parte 1. Ed. Academia. 17 pp.
- Bakun, A., Csirke, J. Lluch, D. y Steer, R. 1999. The Pacific Central American Coastal LME, In *Large Marine Ecosystems of the Pacific Rim*. K. Sherman and Q. Tang, (eds) Cambridge, MA: Blackwell. Science. 268-280 pp.
- Bearzi, G., Holcer, D. y Notarbartolo, G. 2004. The role of historical dolphin takes and habitat degradation in shaping the present status of northern Adriatic cetaceans. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 14: 363-379.



- Berry, W. 1985. The significance of the Type Specimens and Old Collections to research in the Biological sciences. In: Miller, E.H. (Ed.). *Museum Collections: Their Roles and Future in Biological Research. Occasional Papers of the British Columbia Provincial Museum*. 25: 221 p.
- Berta, A., Summich J. y Kovacs, K. 2006. "Marine mammals: Evolutionary Biology". 2da. edición. Academic Press, San Diego, CA. 569pp.
- Berta, A. 2012. "Return to the sea: the life and evolutionary times of marine mammals". University of California Press. London, England. 222pp.
- Berta, A., Summich J. y Kovacs, K. 2015. "Marine mammals: Evolutionary Biology". 3era. edición. Academic Press, San Diego, CA. 789 pp.
- Best, R.C. 1982. Seasonal abundance, feeding, reproduction, age and growth in minke whales off Durban (with incidental observations from the Antarctic). *International Whaling Commission*. 32: 759-786.
- Boyd, I.L., 1993. Introduction: trends in marine mammal science. In: Boyd, I.L. (Ed.). "Marine Mammals: Advances in Behavioural and Population Biology". Zoological Society of London Symposium, vol. 66. Oxford University Press, Oxford, pp. 1–12.
- Bowen, W. y Siniff, D. 1999. "Distribution, population biology, and feeding ecology of marine mammals". In *Biology of Marine Mammals* (Reynolds, J. y Rommel, S. eds.), pp. 423–484. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Branch, T., Stafford, K., Palacios, D., Allison, C. y Bannister, J. 2007. Past and present distribution, densities and movements of blue whales *Balaenoptera musculus* in the Southern Hemisphere and northern Indian Ocean. *Mammal Review*. 37: 116–175.
- Brazier, H. A. 1930. *Aquatic Mammals. "Their adaptations to life in the water"*. Charles C. Thomas-Publisher. The United States. 364pp.
- Bräguer, S., Harraway, J. y Manly, B. 2003. Habitat selection in a coastal dolphin species (*Cephalorhynchus hectori*). *Marine Biology*. 143: 233-244.
- Briggs, J. C. 1974. "Marine zoogeography". McGraw Hill. New York. 473 p.
- Briggs, J. C. 1995. *Global Biogeography. Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 14. Elsevier Science. 452 pp.



- Briggs y Bowen. 2012. A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distributions. *Journal of Biogeography*. 39: 12–30.
- Brown, H., Marquet, P. y Taper M. 1993. Evolution of body size: consequences of an energetic definition of fitness. *The American Naturalist*. 142:573-584.
- Calambokidis, J. y Barlow, J. 2004. Abundance of blue and humpback whales in the Eastern North Pacific estimated by capture-recapture and line-transect methods. *Marine Mammal Science*. 20: 63-85.
- Cano, P.A. 1991. "Golfo de California: Oceanografía Física". Pp. 453-495, in *Oceanografía de Mares Mexicanos* (G. de la Lanza, ed.). Editorial AGT Editor, México, D.F.
- Casas-Andreu, G. 1992. Anfibios y Reptiles de las Islas Marias y otras Islas adyacentes a la costa de Nayarit, México. Aspectos sobre su biogeografía y conservación. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Zoología*. 63(1):95-112.
- Castro-Aguirre, J. L. 1983. Aspectos zoogeográficos de los elasmobranquios mexicanos. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, México*. 27:77-94.
- Castro, J., Balart, E. y Arvizu, J. 1995. Contribución al conocimiento del origen y distribución de la ictiofauna del Golfo de California, México. *Hidrobiológica*. 5(1-2):57-78.
- Ceballos, G. y Oliva, G. (Coords.). 2005. "Los mamíferos silvestres de México. Conabio/Fondo de Cultura Económica". México D. F. 988 pp.
- Center for Ocean Solutions. 2009. Pacific Ocean Synthesis: Scientific Literature Review of Coastal and Ocean Threats, Impacts, and Solutions. The Woods Center for the Environment, Stanford University. California.
- Cheung, W., Lam, V., Sarmiento, J., Kearney, K. y Watson, R. 2009. Projecting global marine biodiversity impacts under climate change scenarios. *Fish and Fisheries*. 10: 235–251.
- Chiluiza, D., Aguirre, W., Félix, F. y Haase, B. 1998. Varamientos de mamíferos marinos en la Costa Continental Ecuatoriana Periodo 1987-1995. *Acta Oceanográfica del Pacífico. INOCAR 9* (1).
- Clauset, A. y Erwin, D. 2008. The evolution and distribution of species body size. *Science*. 321(5887):399-401.



Colwell, R. K., 2000. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 6.01b, User's guide and application, <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

Comisión Permanente del Pacífico Sur/Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CPPS/PNUMA). 2007. "Memorias del Taller de Trabajo sobre el Impacto de las Actividades Antropogénicas en Mamíferos Marinos en el Pacífico Sudeste, Bogotá, Colombia, 28 al 29 de noviembre de 2006. Comisión Permanente del Pacífico Sur –CPPS/Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente –PNUMA". Guayaquil, Ecuador. 98p.

Comisión Permanente del Pacífico Sur/Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (CPPS/PNUMA). 2012. "Atlas sobre distribución, rutas migratorias, hábitats críticos y amenazas para grandes cetáceos en el Pacífico oriental. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente-PNUMA". Guayaquil, Ecuador. 75p.

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.

Constantine, R., Gibbs, N. y Baker, S. 2007. Photo-identification of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in New Zealand waters and their migratory connections to breeding grounds of Oceania. *Marine Mammal Science*. 23(3): 715–720.

Cook, R., Angermeier, P., Finn, D., Poff, N. y Krueger, K. 2004. Geographic variation in patterns of nestedness among local stream fish assemblages in Virginia. *Oecologia*. 140:639-649.

Correa, F. y Carvacho, A. 1992. Efecto de la "Barrera de las Islas" en la distribución de los braquiuros (Crustacea: Decapoda) en el Golfo de California. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 26:1-4.

Correa, F. y Rodríguez, D. 1998. Análisis de la distribución geográfica de los anomuros (Crustacea: Decapoda) del Golfo de California, México. *Journal of Biogeography*. 25:1133-1144.

Crovello, T. J. 1981. Quantitative biogeography: An overview. *Taxon*, 30(3):563-575.



- Cucalón, E. 1996. "Primera parte: oceanografía y sistemas físicos". En: *Sistemas biofísicos en el Golfo de Guayaquil*. Comisión Asesora Ambiental CAMM, Ecuador, p 1–109.
- Cuvier, G., 1817. "Le regne animal distribue d'apres son organisation, pour servir de base a l'histoire naturelle des animaux et d'introduction a l'anatomie comparee". Deterville Paris.
- Cuvier, G., 1823. "Recherches sur les ossemens fossiles: ou l'on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du globe ont détruit les espèces, entièrement refondue, et considérablement augmentée, Nouvelle ed. Dufour et d'Ocagne". Paris. 1821–1825.
- Delgado-Estrella. 1994. Presencia del delfín de dientes rugosos o esteno (*Steno bredanensis*) en la costa de Tabasco, México. *Anales del Instituto de Biología*. Universidad Nacional Autónoma de México, *Serie Zoología*. 65:303-305. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Del Moral-Flores, L.F. 2010. Diversidad y patrones biogeográficos de la ictiofauna asociada a los complejos insulares del Golfo de California. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, Baja California Sur, México.
- De la Sota, E.R. 1982. "La Taxonomía y la Revolución en las ciencias biológicas". Tercera edición. Monografía Científica. Organización de los Estados Americanos. 89 pp.
- Deméré, T., Berta, A. y Adam, P. 2003. Pinnipedimorph Evolutionary Biogeography. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 279: 32–76.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-SEMARNAT-2000, Protección ambiental-Especies de flora y fauna silvestres de México. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Lunes 16 de octubre de 2000. 2-55.
- Dudley, P. 1725. An essay upon the natural history of whales, with a particular account of the ambergris found in the spermaceti whale. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 33: 256-269.
- Duellman, W.E. 1999. "Patterns of distribution of amphibians. A global perspective". The John Hopkins University Press. Baltimore, USA. 633 p.



- Edwards, R.Y. 1985. Research: A museum cornerstone. Pp: 1-4. In: Miller, E.H. 1985. Museum Collections: Their Roles and Future in Biological Research. *Occasional Papers of the British Columbia Provincial Museum*. No. 25. 221 p.
- Escalante, E., Rodríguez, G., Linaje, M., Morrone, J. y Noguera, E. 2013. Mammal species richness and biogeographic structure at the southern boundaries of the Nearctic region. *Mammalia*. 78(2): 159–169.
- Espinosa, T. y Váldez, J. 2007. Variabilidad interanual de clorofila en el Golfo de California. *Ecología Aplicada*. 6(1,2): 83-92.
- Espinosa-Martínez, D.V. 2013. Patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos del Atlántico Norte. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 135 pp.
- Feely, R., Sabine, C., Lee, K., Berelson, W. y Kleypas, J. 2004. Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science* 305: 362–366.
- Félix, F. y Haase, B. 2005. Distribution of humpback whales along the coast of Ecuador and management implications. *Journal of Cetacean Research and Management*. 7(1):21-31.
- Fernández, M.A. 1997. Distribución horizontal y vertical de *Phylliroe bucephala* y *Cephalopyge trematoides* (Opisthobranchia) en el Golfo de California. *Hidrobiológica*. 7(1):75-80.
- Floeter, S. y Soares, A. 1999. Biogeographic and species richness patterns of Gastropoda on the Southwestern Atlantic. *Revista Brasileira de Biologia*. 59(4):567-575.
- Floeter, S. y Gasparini, J. 2000. The southwestern Atlantic reer fish fauna: composition and zoogeographic patterns. *Journal of Fish Biology*. 56:1099-1114.
- Fulling, G., Mullin, K. y Hubbard, C. 2003. Abundance and distribution of cetaceans in outer continental shelf waters of the U.S. Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*. 101:923- 932. National Marine Fisheries Service Scientific Publications Office, Seattle, WA, EE.UU.



- García, E. y Navarro, A. 2004. Patrones Biogeográficos de la Riqueza de Especies y el endemismo de la avifauna en el oeste de México. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.)*. 20(2):211-224.
- Garrigue, C., Baker, S., Dodemont, R. y Steel, D. 2002. Estimating the abundance of humpback whales in New Caledonia using DNA genotyping and photo-identification. IWC 54/SC/H9.
- Gaskin, D. E. 1982. "The ecology of whales and dolphins". Heinemann, Londres, Gran Bretaña. 450 pp.
- Gaston, K.J. 2000. Global patterns in biodiversity. *Nature*. 405:220-227.
- Gaston, K.J. 2003. "The Structure and Dynamics of Geographic Ranges". Oxford Univ. Press, Oxford. 280pp.
- Gentry, A. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75:1-34.
- Greene, C. y Pershing, A. 2004. Climate and the conservation biology of North Atlantic right whales: The right whale at the wrong time? *Frontiers in Ecology and the Environment*. 2: 29–34.
- Haley, D. 1978. "Marine Mammals". Pacific Search Press. Washington, EUA. 225 pp.
- Hammer, O., Harper, D. y Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontologia Electronica*. 4(1):1-9.
- Hastings, P. 2000. Tropical Eastern Pacific Biogeography. *Zoological Journal of the Linnean Society*. 128:319-335.
- Häusserman, V. 2006. Biodiversity of Chilean Sea Anemones (Cnidaria: Anthozoa), distribución Patterns and zoogeographic implications, including new records for the Flord Region. *Investigaciones Marinas*. 34(2): 23-25.
- Heilman, S. 2008. XIV-48. "Pacific Central-American Coastal LME". P.643-654. En: Sherman, K. & Hempel, G. (Eds). *The UNEP Large Marine Ecosystem Report: a perspective on changing 35 conditions in LMEs of the world's Regional Seas*. UNEP Regional seas Report and Studies N°182. United Nations Environment Programme. Kenia.



- Heileman, S., Guevara, R., Chavez, F., Bertrand, A. y Soldi, H. 2008. XVII-56 “Humboldt Current LME”. P 749-762. En: Sherman, K. & Hempel, G. (Eds). *The UNEP Large Marine Ecosystem Report: a perspective on changing conditions in LMEs of the world's Regional Seas*. UNEP Regional seas Report and Studies N°182. United Nations Environment Programme. Kenia.
- Hromic, T. 2006. Distribución latitudinal de Foraminíferos bentónicos (Protozoa: Foraminifera) a nivel de Subórdenes y Familias en Canales y Fiordos Patagónicos Chilenos. *Investigaciones Marinas*. 34(1):71-81.
- Hucke-Gaete, R., Viddi, F. y Bello, M. 2005. “Blue whales off southern Chile: overview of research achievements and current conservation challenges”. Paper SC/57/SH5 presented to the IWC Scientific Committee, Ulsan, Korea, mayo-junio 2005.
- Hucke-Gaete, R., Haro, D., Torres-Florez, J., Montecinos, Y., Viddi, F., Bedriñana-Romano, L., Nery, M. y Ruiz, J. 2013. A historical feeding ground for humpbacks in the eastern South Pacific revisited: the case of northern Patagonia, Chile. *Aquatic Conservation*. 23, 858–867.
- International Hydrographic Organization (IHO). 1953. Limits of Oceans and Seas. 3rd edition. Recuperado de http://www.iho-ohi.net/iho_pubs/standard/S-23/S23_1953.pdf.
- International Fund for Animal Welfare (IFAW). 2001. Ballenas y pesquerías. Recuperado de <http://www.ifaw.org/sites/default/files/Spanish.pdf>.
- Jaquet, N. y Whitehead, H. 1996. Scale-dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in the South Pacific. *Marine Ecological Progress Series*. 135: 1-9.
- Jefferson, T. y Schiro, A. 1997. Distribution of cetaceans in the offshore Gulf of Mexico. *Mammal Review*. 27:27-50. Published for the Mammal Society by Blackwell Scientific Publications, Oxford, Gran Bretaña.
- Jefferson, T., Webber, A. y Pitman, L. 2008. “Marine Mammals of the World, a comprehensive guide to their identification”. Academic Press. 573pp.
- Jefferson, T., Webber, M., y Pitman, R. 2015. “Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their identification”. 2da edición. Oxford UK: Elsevier Academic Press. 573 pp.



- Kaschner, K., Tittensor, D., Ready, J., Gerrodette, T. y Worm, B. 2011. Current and Future Patterns of Global Marine Mammal Biodiversity. *PLoS ONE* 6(5): e19653. doi:10.1371/journal.pone.0019653.
- Kaufman, D. y Willig, M. 1998. Latitudinal patterns of mammalian species richness in the New World: the effects of sampling method and faunal group. *Journal of Biogeography*. 25: 795-805.
- Kaufman, D. y Willig, M. 2014. Latitudinal Patterns of Mammalian Species Richness in the New World: The Effects of Sampling Method and Faunal Group. *Journal of Biogeography* 25:795-805.
- Kessler, W.S. 2006. The circulation of the eastern tropical Pacific: a review. *Progress in Oceanography*. 69:181-217.
- Klinowska, M. 1978. "Proposals concerning the Cetacea. Nature Conservancy Council, for the Department of the Environment". Londres, Gran Bretaña. 144pp.
- Klinowska, M. 1991. "Dolphins, porpoises and whales of the world". The IUCN Red Data Book, IUCN. Cambridge, Gran Bretaña. 429 pp.
- Lacépède, B., 1804. Histoire naturelle de Lacépède: comprenant les cétacés, les quadrupèdes ovipares, les serpents et les poissons. Furne et cie, Paris.
- Laist, D., Knowlton, A., Mead, J., Collet, A. y Podesta, M. 2001. Collisions between ships and whales. *Marine Mammal Science*. 17(1):35–75.
- Lara, R., Arenas, V., Bazán, C., Díaz, V., Escobar, E., García, M., Gaxiola, G., Robles, G., Sosa, R., Soto, L., Tapia, M., Valdez, J. y Bezauri, J. 2008. "Los ecosistemas marinos". En: Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México, pp. 135-159.
- Leaper, R., Cooke, J., Trathan, P., Reid, K. y Rowntree, V. 2006. Global climate drives southern right whale (*Eubalaena australis*) population dynamics. *Biology Letters*. 2: 289–292.
- Leatherwood, S., Reeves, R. y Foster, L. 1983. "Whales and Dolphins". Sierra Club Books. San Francisco, EUA. 262 pp.
- Lindberg, D. 1991. Marine Biotic Interchange Between the Northern and Southern Hemispheres. *Paleobiology*. 17: 308–324.
- Lipps, J. y Mitchell, E. 1976. Trophic Model for the Adaptive Radiations and Extinctions of Pelagic Marine Mammals. *Paleobiology* 2: 147–155.



- Llorente, J. y Morrone, J. 2003. "Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones". México, 277 p.
- Longhurst, A. 1995. Seasonal cycles of pelagic production and consumption. *Progress in Oceanography*. 36: 77–167.
- Luo, Z. X. 2007. Transformation and diversification in early mammal evolution. *Nature*. 450:1011-1019.
- Lyons, S. y Willig, M. 1997. Latitudinal patterns of range size: methodological concerns and empirical evaluations for New World bats and marsupials. *OIKOS*. 79:568-580.
- Magurran, A. E. 1988. "Ecological diversity and its measurement". Princeton University, Princeton, New Jersey. 192 p.
- Mares, M. y Ojeda, R. 1982. "Patterns of diversity and adaptation in South American hystricognath rodents". Mammalian biology in South America (ed. by M. A. Mares and H. H. Genoways), pp. 393-432. Special Publication, Series Number 6, Pymatuning Laboratory of Ecology, University of Pittsburgh, Linesville, Pennsylvania.
- McSweeney, D., Chu, K., Dolphin, W. y Guinee, L., 1989. North Pacific humpback whale songs: a comparison of southeast Alaskan feeding ground songs with Hawaiian wintering ground songs. *Marine Mammals Science*. 5, 139–148.
- Medrano, L., Peters, E., Vázquez, M. y Rosales, H. 2007. Los mamíferos marinos ante el cambio ambiental en el Pacífico Tropical Mexicano. CONABIO. *Biodiversitas*. 75: 8-1.
- Medrano, L. y Vázquez, M. 2012. Impactos antropogénicos a los mamíferos marinos en el Golfo de California y la Costa Pacífica de Baja California. Informe INE-FC. México.
- Mercuri, M. 2007. Varamiento de mamíferos marinos en Isla Magdalena, B.C.S., México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de maestría. IPN-CICIMAR. La Paz, Baja California, México.
- Michán, L., Russell, J., Sánchez, A. y Llorens, A. 2008. Análisis de la sistemática actual en Latinoamérica. *INTERCIENCIA*. 33(10):754-761.
- Millán, E. y Yentsch, C. 2000. El Canal de Ballenas, Baja California, como ambiente favorable para el desarrollo del fitoplancton. *Hidrobiológica*. 10(2):91-100.



- Miller, W.C.G., 1888. "The myology of the Pinnipedia. appendix to Turner's report". Report on the Scientific Results of the Voyage of H.M.S. Challenger, vol. 26, Challenger Office, Edinburgh, UK, pp. 139–240. 1880–1895.
- Montero, F. 2014. "El océano Pacífico. Conmemorando 500 años de su descubrimiento". Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, S.A. 190pp.
- Moore, S. y Huntington, H. 2008. Arctic marine mammals and climate change: Impacts and resilience. *Ecological Applications*. 18: 157–165.
- Morrone, J. 2004. Panbiogeografía, componentes bióticos y zonas de transición. *Revista Brasileira de Entomología* 48(2): 149-162.
- Mundo, M., Lamshead, P., Debenham, N., King, I., De-Ley, P., Baldwin, J., De-Ley, I., Rocha, A., Wasmann, D., Thomas, W., Packer, M. y Boucher, G. 2007. Biodiversity of littoral nematodes from two sites in the Gulf of California. *Hidrobiología*. 586:179-189.
- Murie, J., 1870. Researches upon the anatomy of the Pinnipedia. Part I. On the Walrus (*Trichechus rosmarus* Linn.). *Trans. Zool. Soc. Lond.* 7, 411–464.
- Murie, J., 1872. Researches upon the anatomy of the Pinnipedia. Part 2. Descriptive anatomy of the Sea-Lion (*Otaria jubata*). *Trans. Zool. Soc. Lond.* 7, 527–596.
- Murie, J., 1874. Researches upon the anatomy of the Pinnipedia. Part 3. Descriptive anatomy of the Sea-Lion (*Otaria jubata*). *Trans. Zool. Soc. Lond.* 8, 501–562.
- Murphey, P., Guralnick, R., Glaubitz, R. Neufeld, D. y Ryan, J. 2004. Georeferencing of museum collections: a review of problems and automated tools, and the methodology developed by the mountain and plains spatio-temporal database-informatics initiative (Mapstedi). *Philoinformatics*. 3:1-129.
- National Marine Fisheries Service. 1991. "Recovery Plan for the Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*)". Prepared by the Humpback Whale Recovery Team for the National Marine Fisheries Service, Silver Spring, Maryland, EE.UU. 105 pp.
- Nicol, S., Worby, A. y Leaper, R. 2008. Changes in the Antarctic sea ice ecosystem: Potential effects on krill and baleen whales. *Marine and Freshwater Research*. 59: 361–382.



- Nieto-Nafría, J.M. 1999. Sobre Sistemática, Taxonomía y otros términos relacionados. *Boletín de Sociedad Entomológica Aragonesa*. 26:41-44.
- Niño, C., Urbán, J. y Vidal O. 2011. "Mamíferos Marinos del Golfo de California: Guía ilustrada". Publicación Especial No. 2, Alianza WWF México-Telcel, 192 pp.
- Niño, C., García, M., Castelblanco, D., Padilla, J., Blanco, M. y Parra, R. 2015. Aquatic mammals from the Mexican Caribbean; a review. *Hidrobiológica*. 25 (1): 127-138.
- Ojeda, F., Labra, F. y Muñoz, A. 2000. Patrones biogeográficos de los peces litorales de Chile. *Revista chilena de historia natural*. 73(4):625- 641.
- Okolodkov, Y. 2010. "Biogeografía Marina". Universidad Autónoma de Campeche. 217 p.
- Ortega-Ortiz. 2002. Multiscale analysis of cetacean distribution in the Gulf of Mexico. Ph.D. dissertation, Texas A&M University, College Station, TX. 170 pp.
- Ortega, J., Delgado, A. y Ortega, A. 2004. "Mamíferos marinos del Golfo de México: estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación". En Diagnóstico ambiental del Golfo de México (Caso, M., Pisanty, I. y Ezcurra, E.). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Osorio, B.F. 1943. El Mar de Cortés y la productividad fitoplanctónica de sus aguas. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, México*. 3:73-118.
- Parker, R.H. 1964. "Zoogeography and ecology of macroinvertebrates. Gulf of California and continental slope of western Mexico". *D.N.F.V.M.* 126. 178pp.
- Perrin, W., Würsig, B. y Thewissen, J. 2009. "Encyclopedia of marine mammals". London. Academic. 1473 pp.
- Peters, E., Medrano, L., Álvarez, L. y Vázquez, M. 2012. "Observación de mamíferos marinos en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco durante noviembre de 2011 y marzo de 2012". Informe INE-FC. México.
- Peterson, A., Stockwell, D. y Kluza, D. 2002. "Distriutional prediction base on ecological niche modeling of primary ocurrence data". Pages 617-623 en



- Scott, M., Heglund, P. y Morrison, M. eds. Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale. Island Press, Washington DC. USA.
- Peterson, A., Soberon, J., Pearson, G., Anderson, R., Martínez, E., Nakamura, M. y Araújo, M. 2011. "Ecological niches and geographic distribution". Monographs in Population Biology No. 49, Princeton, New Jersey, USA.
- Pianka, E.R. 1966. Latitudinal gradients in species Diversity: A review of Concepts. *The American Naturalist*. 100(910):33-46.
- Pompa, S., Ehrlich, P. y Ceballos, G. 2011. Global distribution and conservation of marine mammals. *Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America*. 108 (38):13600-13605.
- Ray, C.E. 1976. Geography of Phocid Evolution. *Syst. Zool.* 25: 391–406.
- Reeves, R., Smith, D., Crespo, A. y Notarbartolo di S. 2003. "2002-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans Dolphins, Whales and Porpoises. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group". Gland, Suza y Cambridge. 139 pp.
- Reeves, R., Stewart, B., Clapham, P. y Powell, J. 2005. "Guía de los Mamíferos Marinos del Mundo". National Audubon Society. Ediciones Omega, Barcelona.
- Reyes, H., González, A. y Rojas, A. 2005. Estructura de las asociaciones de las estrellas de mar (Asteroidea) en arrecifes rocosos del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical*. (Supl. 3):233-244.
- Reynolds, J. y Odell, D. 1991. "Manatees and Dugongs". Facts on File. Inc., New York, EE.UU. 192 pp.
- Rice, D. 1998. "Marine Mammals of the World". Systematics and Distribution. Special publication Number 4 of the Society for Marine Mammalogy. EUA. 231 pp.
- Rioja, E. 1962. "Caracteres biogeográficos de México y de Centro América". Tomo XXIII. México.
- Rohde, K. 1992. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause. *Oikos*. 65, 514-527.
- Rocha, A., Chávez, R., Ramírez, A y Cházaro, S. 2009. "Comunidades, Métodos de estudio". Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Iztacala. 256 p.



- Rodríguez, P., Soberón, J. y Arita, H. 2003. El componente beta de la diversidad de mamíferos de México. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*. 89: 241-259.
- Rosenzweig, M.L. 1992. Species Diversity gradients: we know more and less than we thought. *Journal of Mammalogy*. 73:715-730.
- Rosenzweig, M.L. 1995. "Species Diversity in Space and time". Cambridge University Press. United Kingdom. 436 p.
- Roy, C. A. 1916. Preliminary contributions in Geology, Paleontology and Zoology 1918-1925. Central Asiatic Expeditions of the American Museum of Natural History, under the leadership. 1:1-63.
- Roy, K., Jablonski, D., Valentine, J. y Rosenberg, G. 1998. Marine latitudinal diversity gradients: Tests of causal hypotheses. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 95:3699-3702.
- Roy, K. y Martien, K. 2001. Latitudinal distribution of body size in north-eastern Pacific marine bivalves. *Journal of Biogeography*. 28:485-493.
- Rozo, G. y Carreño, A. 1988. Distribución de foraminíferos planctónicos en sedimentos superficiales del Golfo de California. *Revista del Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México*. 7(2):217-225.
- Salazar, S. y Londoño, M. 2004. Lista de especies y bibliografía de poliquetos (Polychaeta) del Pacífico Oriental Tropical. *Serie Zoológica*. 75(1): 9-97.
- Sánchez, O. y López, G. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. *Folia Entomológica Mexicana*. 75:119-145.
- Scammon, C.M., 1874. "The Marine Mammals of the North-Western Coast of North America". Described and Illustrated; Together with an Account of the American Whale-Fishery. John H. Carmany, San Francisco, CA. 319pp.
- Schipper, J., Chanson, J., Chiozza, F., Cox, N. y Hoffmann, M. 2008. The status of the world's land and marine mammals: Diversity, threat, and knowledge. *Science*. pp 225–230.
- Scoresby, W., 1820. "An Account of the Arctic Regions: With a History and Description of the Northern Whale-Fishery". A. Constable, Edinburgh, UK.
- Simmonds, M. y Stephen, J. 2007. The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. *Oryx*. 41(1):19-26.



- Soberon, J., y Peterson, T. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 359:689-698.
- Solíís, F., Laguarda, A., Durán, A., Gust, C. y Torres, J. 2005 Equinodermos (Echinodermata) del Golfo de California, México. *Revista de Biología Tropical* (Suppl. 3): 123-137.
- Steller, G.W., 1751. The beasts of the sea (*De bestiis marinis*). *Novi Commentari Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*. 2, 289–398.
- Sua, S., Mateus, R. y Vargas, J. 2004. “Georreferenciación de registros biológicos y gacetero digital de localidades”. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Tittensor, D., Mora, C., Jetz, W., Ricard, D. y Vanden, E. 2010. Global patterns and predictors of marine biodiversity. *Nature*. 466: 1098–1011.
- Tobar, S. 2011. Distribución espacio-temporal de varamientos de cetáceos en Baja California Sur (BCS), México y su relación con algunos factores oceanográficos y antropogénicos. Tesis de maestría. UBCS, La Paz, México.
- Torres, G.A. 1991. Estudio demográfico del Lobo Fino de Guadalupe (*Arctocephalus townsendii*, Merriam, 1897) en la Isla de Guadalupe, B.C., México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. 78 pp.
- Torres, A., Esquivel, C. y Ceballos, G. 1995. Diversidad y Conservación de los Mamíferos Marinos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología*. 1:22-43, 1995.
- True, F., 1904. “The Whalebone Whales of the Western North Atlantic Compared with Those Occurring in European Waters”. *Smithsonian Contribution of Knowledge*, vol. 33 Smithsonian Institution, Washington, DC.
- Urías, H. 2007. “Regionalización del Golfo de California basada en el Análisis de Asociaciones de larvas de Peces”. Universidad de Occidente, Unidad Guasave, Departamento de Ciencias Biológicas. Guasave, Sinaloa, México. 73 pp.
- Villaverde, J. 2011. Guía 9-Mamíferos. Recuperado de https://documentop.com/guia9mamiferos2011_5998d6261723ddb13b974a33.html.



- Whitehead, H., McGill, B. y Worm, B. 2008. Diversity of deep-water cetaceans in relation to temperature: Implications for ocean warming. *Ecology Letters*. 11: 1198–1207.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*. 21:213-251.
- Wicksten, M. 1989. Ranges of offshore decapod crustaceans in the eastern Pacific Ocean. *Transactions of the San Diego society of natural history*. 21: 291-316.
- Willig, M. y Gannon, M. 1997. Gradients of species density and turnover in marsupials: A hemispheric perspective. *Journal Mammalogy*. 78, 756-765.
- Willig, M., Kaufman, D. y Stevens, R. 2003. Latitudinal Gradients of Biodiversity: Pattern, Process, Scale, and Synthesis. *Annual Review of Ecology, Evolutions and Systematics*. 34:273-309.
- Wilson, M. y Shmida, A. 1984. Measuring beta diversity with presence-absence data. *Journal of Ecology*. 72:1055-1064.
- Worm, B., Sandow, M., Oschlies, A., Lotze, H. y Myers, R. 2005. Global patterns of predator diversity in the open oceans. *Science*. 309: 1365–1369.
- Würsig, B. y Jefferson, T. 1990. Methods of Photo-Identification for small cetaceans. *Rep. Internatinal Whaling Commission (Special Issue 12)*. SC/A88/ID13.
- Würsig, B., Jefferson, T. y Schmidly, D. 2000. *The Marine Mammals of the Gulf of Mexico*. Texas A&M University Press, Texas, USA.
- Zunino, M. y Zullini, A. 1995. *Biogeografía: La dimensione spaziale dell'evoluzione*. Milán, Casa Editrice Ambrosiana. Traducción al español: 2003, *Biogeografía: La dimensión espacial de la evolución*. México, D. F., Fondo de Cultura Económica).



IX. APÉNDICE 1.- Listado sistemático de las especies de mamíferos marinos presentes en el Pacífico Oriental.

CLASE MAMMALIA, ORDEN CETACEA

SUBORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN ESPAÑOL	NOMBRE COMÚN INGLÉS	CATEGORÍA EN LA UICN
Mysticeti	Balaenidae	<i>Balaena</i>	<i>Balaena mysticetus</i> Linnaeus, 1758	Ballena de Groenlandia	Bowhead whale	Preocupación menor
		<i>Eubalaena</i>	<i>Eubalaena australis</i> Desmoulins, 1822	Ballena franca austral	Southern right whale	Preocupación menor
			<i>Eubalaena glacialis</i> Müller, 1776	Ballena franca	North Atlantic right whale	En peligro
			<i>Eubalaena japonica</i> Lacépède, 1818	Ballena franca	North Pacific right whale	En peligro
		Neobalaenidae	<i>Caperea</i>	<i>Caperea marginata</i> Gray, 1846	Ballena franca pigmea	Pygmy right whale
	Eschrichtidae	<i>Eschrichtius</i>	<i>Eschrichtius robustus</i> Lilljeborg, 1861	Ballena gris	Gray whale	Preocupación menor
	Balaenopteride	<i>Balaenoptera</i>	<i>Balaenoptera musculus</i> Linnaeus, 1758	Ballena azul	Blue whale	En peligro
			<i>Balaenoptera physalus</i> Linnaeus, 1758	Ballena de aleta dorsal	Fin whale	En peligro
			<i>Balaenoptera borealis</i> Lesson, 1828	Ballena sei	Sei whale	En peligro
			<i>Balaenoptera edeni</i> Anderson, 1879	Ballena de Bryde	Bryde's whale	Datos insuficientes
			<i>Balaenoptera acutorostrata</i> Lacépède, 1804	Ballena minke	Minke whale	Preocupación menor
			<i>Balaenoptera bonaerensis</i> Burmeister, 1867	Ballena Minke Antártica	Antarctic Minke whale	Datos insuficientes
			<i>Megaptera</i>	<i>Megaptera novaeangliae</i> Borowski, 1781	Ballena jorobada	Humpback whale
Odontoceti	Physeteridae	<i>Physeter</i>	<i>Physeter macrocephalus</i> Linnaeus, 1758	Cachalote	Sperm whale	Vulnerable
	Kogiidae	<i>Kogia</i>	<i>Kogia breviceps</i> Blainville, 1776	Cachalote pigmeo	Pygmy sperm whale	Datos insuficientes
			<i>Kogia sima</i> Owen, 1866	Cachalote enano	Dwarf sperm whale	Datos insuficientes
	Ziphiidae	<i>Ziphius</i>	<i>Ziphius cavirostris</i> Cuvier, 1823	Zifio de Cuvier	Cuvier's beaked whale	Preocupación menor



	<i>Berardius</i>	<i>Berardius arnuxii</i> Duvernoy, 1851	Zifio de Arnoux	Arnoux's beaked whale	Datos insuficientes
		<i>Berardius bairdii</i> Stejneger, 1883	Zifio de Baird	Baird's beaked whale	Datos insuficientes
	<i>Hyperoodon</i>	<i>Hyperoodon planifrons</i> Flower, 1882	Zifio nariz de botella sureño	Southern bottlenose whale	Preocupación menor
	<i>Tasmacetus</i>	<i>Tasmacetus sheperdi</i> Oliver, 1937	Zifio de Sheperd	Sheperd's beaked whale	Datos insuficientes
	<i>Mesoplodon</i>	<i>Mesoplodon densirostris</i> Blainville, 1817	Zifio de Blainville	Blainville's beaked whale	Datos insuficientes
		<i>Mesoplodon layardii</i> Gray, 1865	Zifio de Layard	Layard's beaked whale	Datos insuficientes
		<i>Mesoplodon ginkgodens</i> Nishiwaki y Kamiya, 1958	Zifio de dientes rugosos	Ginkgo-toothed beaked whale	Datos insuficientes
		<i>Mesoplodon grayi</i> von Haast, 1876	Zifio de Gray	Gray's beaked whale	Datos insuficientes
		<i>Mesoplodon hectori</i> Gray, 1871	Zifio de Hector	Hector's beaked whale	Datos insuficientes
		<i>Mesoplodon carlhubbsi</i> Moore, 1963	Zifio de Hubb	Hubb's beaked whale	-
		<i>Mesoplodon stejnegeri</i> True, 1885	Zifio de Stejneger	Stejneger's beaked whale	-
		<i>Mesoplodon perrini</i> Dalebout <i>et al.</i> , 2002	Zifio de Perrin	Peerin's beaked whale	-
		<i>Mesoplodon peruvianus</i> Reyes <i>et al.</i> , 1991	Zifio peruano	Pigmy beaked whale	Datos insuficientes
	<i>Indopacetus</i>	<i>Indopacetus pacificus</i> Longman, 1926	Zifio de Longman	Longman's beaked whale	Datos insuficientes
Monodontidae	<i>Delphinapterus</i>	<i>Delphinapterus leucas</i> Pallas, 1776	Beluga	White whale	Datos insuficientes
Delphinidae	<i>Steno</i>	<i>Steno bredanensis</i> Cuvier en Lesson, 1828	Delfín de dientes rugosos	Rough toothed dolphin	Preocupación menor
	<i>Delphinus</i>	<i>Delphinus delphis</i> Linnaeus, 1758	Delfín común	Common dolphin	Preocupación menor
		<i>Delphinus capensis</i> Linnaeus, 1758	Delfín común de hocico largo	Common dolphin	Datos insuficientes
	<i>Lagenorhynchus</i>	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i> Gill, 1865	Delfín de costados blancos del Pacífico	Pacific whitesided dolphin	Preocupación menor
		<i>Lagenorhynchus australis</i> Peale 1848	Delfín de Peale	Peale's dolphin	Datos insuficientes



		<i>Lagenorhynchus obscurus</i> Gray, 1828	Delfín oscuro	Dusky dolphin	Datos insuficientes
	<i>Lagenodelphis</i>	<i>Lagenodelphis hosei</i> Fraser, 1956	Delfín de Fraser	Fraser's dolphin	Preocupación menor
	<i>Tursiops</i>	<i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821	Delfín nariz de botella	Bottlenose dolphin	Preocupación menor
	<i>Stenella</i>	<i>Stenella attenuata</i> Gray, 1846	Delfín moteado pantropical	Pantropical spotted dolphin	Preocupación menor
		<i>Stenella longirostris</i> Gray, 1828	Delfín girador de rostro largo	Longsnouted spinner dolphin	Datos insuficientes
		<i>Stenella coeruleoalba</i> Meyen, 1833	Delfín listado	Striped dolphin	Preocupación menor
	<i>Lissodelphis</i>	<i>Lissodelphis borealis</i> Peale, 1848	Delfín liso norteño	Northern right whale dolphin	Preocupación menor
		<i>Lissodelphis peronii</i> Lacépède, 1804	Delfín liso sureño	Southern right whale dolphin	Datos insuficientes
	<i>Cephalorhynchus</i>	<i>Cephalorhynchus eutropia</i> Gray, 1846	Delfín chileno	Black dolphin	Casi amenazado
	<i>Globicephala</i>	<i>Globicephala melas</i> Traill, 1809	Calderón de aletas largas	Longfinned pilot whale	Datos insuficientes
		<i>Globicephala macrorhynchus</i> Gray, 1846	Calderón de aletas cortas	Shortfinned pilot whale	Datos insuficientes
	<i>Grampus</i>	<i>Grampus griseus</i> Cuvier, 1812	Delfín de Risso	Risso's dolphin	Preocupación menor
	<i>Orcinus</i>	<i>Orcinus orca</i> Linnaeus, 1758	Orca	Killer whale	Datos insuficientes
	<i>Pseudorca</i>	<i>Pseudorca crassidens</i> Owen, 1846	Orca falsa	False killer whale	Datos insuficientes
	<i>Feressa</i>	<i>Feressa attenuata</i> Gray, 1874	Orca pigmea	Pigmy killer whale	Datos insuficientes
	<i>Peponocephala</i>	<i>Peponocephala electra</i> Gray, 1846	Delfín cabeza de melón	Melonheaded whale	Preocupación menor
Phocoenidae	<i>Phocoenoides</i>	<i>Phocoenoides dalli</i> True, 1885	Marsopa de Dall	Dall's porpoise	Preocupación menor
	<i>Phocoena</i>	<i>Phocoena phocoena</i> Linnaeus, 1758	Marsopa común	Common porpoise	En peligro
		<i>Phocoena spinipinnis</i> Burmeister, 1865	Marsopa negra	Black porpoise	Datos insuficientes
		<i>Phocoena dioptrica</i> Lahille, 1912	Marsopa de anteojos	Spectacled porpoise	Datos insuficientes



Phocoena sinus
Norris y McFarland, 1958

Vaquita marina

Pygmy porpoise

En peligro

CLASE MAMMALIA, ORDEN CARNIVORA

FAMILIA	GÉNERO	ESPECIE	NOMBRE COMÚN ESPAÑOL	NOMBRE COMÚN INGLÉS	CATEGORÍA EN LA UICN	
Phocidae	<i>Phoca</i>	<i>Phoca vitulina</i> Linnaeus, 1758	Foca común	Common seal	Preocupación menor	
		<i>Phoca largha</i> Pallas, 1811	Foca larga	Largha seal	Preocupación menor	
	<i>Pusa</i>	<i>Pusa hispida</i> Schreber, 1775	Foca anillada	Ringed seal	Preocupación menor	
		<i>Histriophoca fasciata</i> Zimmerman, 1783	Foca lista	Ribbon seal	Datos insuficientes	
	<i>Erignathus</i>	<i>Erignathus barbatus</i> Erxleben, 1777	Foca barbada	Bearded seal	-	
	<i>Mirounga</i>	<i>Mirounga leonina</i> Linnaeus, 1758	Foca elefante del sur	Southern elephant seal	Preocupación menor	
		<i>Mirounga angustirostris</i> Gill, 1866	Foca elefante del norte	Northern elephant seal	Preocupación menor	
	Otariidae	<i>Arctocephalus</i>	<i>Arctocephalus townsendii</i> Merriam, 1897	Lobo fino de Guadalupe	Guadalupe fur seal	Preocupación menor
			<i>Arctocephalus galapagoensis</i> Heller, 1904	Lobo fino de las Galápagos	Galapagos fur seal	En peligro
			<i>Arctocephalus philippii</i> Peters, 1866	Lobo fino de Juan Fernández	Juan Fernandez fur seal	Preocupación menor
<i>Arctocephalus australis</i> Zimmermann, 1783			Lobo fino sudamericano	Northern fur seal	Preocupación menor	
<i>Callorhinus</i>		<i>Callorhinus ursinus</i> Linnaeus, 1758	Lobo marino del norte	Northern fur seal	Vulnerable	
<i>Eumetopias</i>		<i>Eumetopias jubatus</i> Schreber, 1776	Lobo de Steller	Steller sea lion	Casi amenazado	
<i>Zalophus</i>		<i>Zalophus californianus</i> Lesson, 1828	Lobo marino de California	California sea lion	Preocupación menor	
<i>Otaria</i>		<i>Otaria flavescens</i> Shaw, 1800	Lobo de Sudamérica		Preocupación menor	
Odobenidae		<i>Odobenus</i>	<i>Odobenus rosmarus</i>	Morsa	Walrus	Datos



Ursidae	<i>Ursus</i>	Linnaeus, 1758 <i>Ursus maritimus</i>	Oso polar	Polar bear	insuficientes Vulnerable
Mustelidae	<i>Lontra</i>	Phipps, 1774 <i>Lontra felina</i>	Chungungo	Marine otter	En peligro
	<i>Enhydra</i>	Molina, 1782 <i>Enhydra lutris</i> Linnaeus 1758	Nutria marina	Sea otter	En peligro