



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

**PATRONES DE DISTRIBUCIÓN Y RIQUEZA DE LOS
MÁMIFEROS MARINOS DEL ATLÁNTICO NORTE**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

DEBORAH VERANEA ESPINOSA MARTÍNEZ



DIRECTOR DE TESIS:

M. en C. CÉSAR ANTONIO RÍOS MUÑOZ

2013



FACULTAD DE CIENCIAS
Secretaría General
División de Estudios Profesionales
Votos Aprobatorios

DR. ISIDRO ÁVILA MARTÍNEZ
Director General
Dirección General de Administración Escolar
Presente

Por este medio hacemos de su conocimiento que hemos revisado el trabajo escrito titulado:

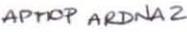
Patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos del Atlántico Norte

realizado por **Espinosa Martínez Deborah Veranea** con número de cuenta **3-0321719-0** quien ha decidido titularse mediante la opción de **tesis** en la licenciatura en **Biología**. Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Propietario Dr. Luis Medrano González 

Propietario Dra. Livia Socorro León Paniagua 

Propietario Tutor M. en C. César Antonio Ríos Muñoz 

Suplente Dra. Sandra Pompa Mansilla 

Suplente Dr. Enrique Martínez Meyer 

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D. F., a 24 de septiembre de 2012
EL JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES

ACT. MAURICIO AGUILAR GONZÁLEZ

Señor sinodal: antes de firmar este documento, solicite al estudiante que le muestre la versión digital de su trabajo y verifique que la misma incluya todas las observaciones y correcciones que usted hizo sobre el mismo.

MAG/mdm



A mi má y a mi flaquita!!

Gracias por su apoyo y cariño, sin ustedes nunca hubiera podido llegar tan lejos.

Las amo!!!

Este trabajo se realizó en el Museo de Zoología “Alfonso L. Herrera”. Agradezco a todas las personas que forman parte del museo que me han ayudado y apoyaron en la realización de este trabajo.

A mis sinodales el Dr. Luis Medrano González, la Dra. Livia Socorro León Paniagua, la Dra. Sandra Pompa Mansilla y el Dr. Enrique Martínez Meyer por sus valiosas aportaciones que enriquecieron este trabajo.

Al Biól. Alejandro Gordillo por permitirme usar el equipo de cómputo del museo.

Al Dr. Luis Antonio Sánchez González por mostrarme la luz en el momento que más lo necesitaba.

Al Dr. Pablo Padilla Longoria y al Act. Fernando Israel García Munguía por su apoyo en la parte estadística.

Al Dr. Frank Raúl Gío Argáez por aceptar revisar este trabajo y aportar valiosos comentarios que lo hicieron más rico.

Al Dr. Anelio Aguayo por todas las atenciones que tuvo conmigo y aceptar leer este trabajo.

Agradecimientos

A mi Tata por ser un ejemplo a seguir, por su cariño y por enseñarme lo maravilloso que es la danza.

A toda mi familia (tíos, primos, sobrinos) por su apoyo y compartir tantos momentos triste, difíciles y sobre todo felices. En especial a mi tía Tita por ser la mejor tía que puedo tener.

A mi tutor el M. en C. César Antonio Ríos Muñoz, por ser el único loco que acepto dejar la tierra y adentrarse en el mar conmigo sin saber lo que le esperaba. César muchas gracias por todo el apoyo que me has brindado siempre, tenerme tanta paciencia y sobre todo por tantas cosas que me has enseñado.

A Livia (mi jefa) por darme la oportunidad de trabajar a su lado, darme un espacio en el cual pudiera trabajar, enseñarme tantas cosas sobre los mamíferos, por todo el apoyo que me ha dado desde que entre al museo y por ayudarme a crecer no solo académicamente sino también personalmente.

A mis hermanas académicas (Danny y Clau) y a mi hermana académica adoptada (Tania) por tanto apoyo incondicional y por tantos momentos agradables.

A mis amigos Giovani y Toño por todo el relajo y chismeadera en la madriguera cuando los tres ya estábamos cansados de nuestras respectivas tesis (o sin necesidad de estarlo).

A todos mis compañeros del museo por todos los buenos momentos y dejarme aprender de todos ustedes.

A mis amigos Alonso, Nallely y Jorge que desde primer semestre de la carrera me han demostrado que puedo contar con ellos.

A Magaly porque desde el primer momento en que nos conocimos me demostró que es una de las mejores amigas que puedo tener y porque siempre me ha apoyado en muchas de mis locuras, Gracias chiapis!!

A mis amigas Betty y Anita por ser parte de esta gran aventura desde el CCH, las quiero mucho amigas!!

A mis amigos de ballet Itzel, Eli, Luis, Mariana y Emma por apoyarme y por compartir conmigo clases, desgarres musculares, cientos y cientos de abdominales, risas y escenario, los quiero mucho!!

Y a todas aquellas personas que faltaron, y no por eso dejan de ser parte importante de esto.

Índice

Resumen	1
Abstract	2
Introducción	3
Antecedentes	
<i>Distribución geográfica, nichos ecológicos y patrones de distribución</i>	4
<i>El Atlántico Norte</i>	12
<i>Mamíferos marinos</i>	15
Objetivo general	16
Objetivos particulares	16
Métodos	16
Resultados	
<i>Base de datos</i>	21
<i>Modelos de nicho ecológico y patrones de riqueza</i>	21
<i>Caracterización ambiental y patrones ecológicos</i>	26
Discusión	
<i>Base de datos</i>	33
<i>Modelos de nicho ecológico y patrones de riqueza</i>	34
<i>Caracterización y patrones ecológicos</i>	41
Literatura citada	45
Anexos	
Anexo 1. Modelos de nicho ecológico y combinación de variables ambientales que influyen en la distribución de los mamíferos marinos del Atlántico Norte	55
Anexo 2. Matrices de correlación de variables de las especies de mamíferos marinos del Atlántico Norte	100
Anexo 3. Matrices de correlación de variables de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del Atlántico Norte	115
Anexo 4. Contribución total de cada una de las variables para los mamíferos marinos del Atlántico Norte	118
Anexo 5. Contribuciones totales de cada una de las variables ambientales de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN	120
Anexo 6. Combinación de variables con probabilidad acumulada y contribución de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN que hacen posible el porcentaje explicativo de riqueza de cada área. A) Azores. B) Bahía de Vizcaya. C) Cabo Verde-Islands Canarias. D) Costa de Estados Unidos (CEU). E) Golfo de México-Barbados. F) Mar del Norte. G) Norte de Irlanda. H) Sur de Gran Bretaña.	121

Resumen

La identificación de las zonas que concentran la mayor riqueza de mamíferos marinos del Atlántico Norte (AN) se ha realizado únicamente a partir de análisis a escala mundial. Estos patrones generalmente no consideran todas las especies que se distribuyen en el AN y no identifican las variables ambientales de esas zonas. Además, existen sesgos al hacerse, ya que toman en cuenta únicamente datos muy recientes. En este trabajo se identificaron los patrones de riqueza y su caracterización ambiental de las zonas de mayor riqueza, enfatizando en los patrones ecológicos de los mamíferos marinos del AN, considerando información histórica y reciente de las especies y de las variables ambientales que afectan su distribución para evitar submuestreos. Se realizaron modelos de nicho ecológico para 45 especies de mamíferos marinos utilizando el algoritmo genético de producción de conjunto de reglas (GARP), a partir de los cuales se identificaron las zonas de riqueza. Se realizó un análisis de partición recursiva para la caracterización ambiental identificando el orden y la proporción de las variables de importancia, y por medio de un análisis de componentes principales se identificaron los patrones ecológicos. Se identificaron nueve zonas de riqueza alta, localizadas en aguas tropicales, subtropicales y templadas, mientras que en aguas frías esas zonas de riqueza se encuentran ausentes. Ninguna especie presentó condiciones para su distribución potencial en el centro del AN. Los patrones ecológicos obtenidos muestran que existen variables ambientales que se comparten entre las especies y las áreas de importancia, además de mostrar una separación entre especies que se localizan en aguas frías y templadas, de las que se localizan en aguas tropicales y subtropicales, y de las que presentan una amplia distribución o que el factor temperatura no es determinante en su distribución. Las zonas de riqueza alta coinciden con áreas de alta productividad asociadas a zonas de surgencias. Se observó que las características ambientales de cada zona de riqueza alta se ven influenciadas por corrientes marinas y por variables ambientales particulares que pueden llegarse a compartir y formar un patrón ecológico.

Abstract

The identification marine mammals high richness zones in the North Atlantic (NA) has been based on global or regional analyses. These do not generally consider the totality of the species and do not identify the environmental variables associated to the zones of high richness. Moreover, there are also biases due to the use of recent data without consider historical data. In this work I identify the richness patterns and their environmental characterization of the species and the richest zones, emphasizing the ecological patterns of NA marine mammals. I consider historical and recent information of the species and the environmental variables to prevent sub-samples that affect the distribution of the species. I generate ecological niche models for 45 marine mammals species using the Genetic Algorithm for Rule-set Production, which were used to identify the richness zones. Using a recursive partitioning analysis I obtained the environmental characterization, identifying the order and the proportion of the important variables, and through a principal component analysis I also identified ecological patterns. I recognized nine zones of high richness, located in tropical, subtropical and temperate waters; while in cold waters are absent. Any species showed favorable conditions for its potential distributions in the NA center because this area is used only as a transit area for marine mammals. The ecological patterns obtained show that there are environmental variables shared among the species and the areas of highest richness, additionally there exists differentiation between cold-temperate species and tropical-subtropical species. Widespread species do not seem to have been influenced by temperature in their distribution. High richness zones coincide with areas of high productivity associated with upwelling zones. I noted that the environmental characteristics of each area of high richness are influenced by ocean currents and specific environmental variables that can be shared among the areas forming ecological patterns.

Introducción

En el Atlántico Norte (AN) se distribuyen 51 de las 130 especies de mamíferos marinos que se conocen actualmente (Jefferson *et al.* 1993, 2007, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008). Los patrones de distribución de estas especies se han enfocado principalmente en identificar las zonas donde se concentra la mayor riqueza, dejando a un lado las variables ambientales que hacen posible que dichas zonas sean consideradas como las más ricas o que puedan estar influyendo en la distribución de las especies. La identificación de las zonas de riqueza se ha realizado a escalas mundiales (Mandleberg 2004, Pompa *et al.* 2011, Kaschner 2004, Kaschner *et al.* 2006, 2011), enfocándose principalmente a cetáceos o pinnípedos sin tomar en cuenta solo al AN como una unidad y si considerar a todos los mamíferos marinos que se distribuyen en el AN (Mandleberg 2004, MacLeod *et al.* 2008, Kaschner 2004, Kaschner *et al.* 2006, 2011).

La identificación de patrones de distribución se ha realizado a partir de diferentes métodos (Sclater 1897, Frisch Jordán 1995, Aguilar-Aguilar & Contreras-Medina 2003), uno de los que se ha utilizado recientemente han sido los modelos de nicho ecológico, los cuales consideran datos de presencia de la especie y datos de las variables ambientales que pueden determinar su nicho ecológico (Peterson & Vargas-Barajas 1998, Anderson *et al.* 2002, Nakazawa *et al.* 2004, Peterson *et al.* 2002, Rojas-Soto *et al.* 2008, Salazar-Bernal 2008, Ríos-Muñoz & Navarro-Sigüenza 2009, Gutiérrez-Arellano 2012, Sequeira *et al.* 2012). En el caso de los mamíferos marinos los modelos que se han utilizado considerando únicamente datos muy recientes (1990 a la actualidad) tanto de las especies como de las variables ambientales (Salazar-Bernal 2008, Kaschner 2004, Kaschner *et al.* 2006, 2011), dejando fuera datos anteriores a estos (antes de 1990), que si se tomaran en cuenta, podrían darnos una mejor idea de por qué las especies se encuentran distribuidas en unas zonas y no en otras, así como de qué variables pueden estar influyendo en su distribución.

Los mamíferos marinos son animales que han tenido un gran éxito en la colonización de hábitats, ya que se les puede encontrar desde aguas tropicales hasta aguas polares, y las especies del AN no son la excepción (Jefferson *et al.* 1993, 2007). Se ha observado que la distribución de estas especies puede verse influenciada por diferentes factores tanto abióticos como bióticos, dentro de los abióticos se encuentran la profundidad, la temperatura, las corrientes marinas, la salinidad y la concentración de nutrientes,

mientras que los bióticos están representados por la cantidad de alimento que se encuentra disponible, predadores y requerimientos para la reproducción (Jefferson *et al.* 1993, 2007, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008, MacLeod 2009).

El AN es uno de los océanos del Hemisferio Norte que se ve más influenciado por las corrientes marinas del Ártico, las cuales hacen posible que exista una alta diversidad de organismos en la parte noreste (Briggs 1974, Longhurst 1998, 2006, Nybakken 2001). La suma de estas corrientes con otras de origen cálido hacen posible que la temperatura, la concentración de nutrientes, productividad primaria, zonas de surgencia y salinidad varíen de un lugar a otro, y por ende que la distribución de mamíferos marinos sea diferente en cada zona (Levinton 2001, Nybakken 2001, Pinet 2003, Behrenfeld *et al.* 2006). Además, estos factores son importantes en la regulación del clima en Europa Occidental (Rahmstorf 1995, Broecker 1997), pues presenta aguas 4°C más cálidas que el Océano Pacífico gracias a la circulación termohalina (la gran banda transportadora), la cual se hunde en el AN debido a la densidad de las aguas que transporta, siendo que en este las aguas han perdido calor y la concentración de salinidad a aumentado (Rahmstorf 1995, Broecker 1997)

En este trabajo se reconocen los patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos del AN a partir de modelos de nicho ecológico identificando las zonas de riqueza y su caracterización ambiental, así como la identificación de patrones ecológicos.

Antecedentes

Distribución geográfica, nichos ecológicos y patrones de distribución

El estudio de la distribución geográfica, o área de distribución ocupada por las especies, ha sido un tema de gran interés para la biogeografía y la ecología (Briggs 2007, Peterson *et al.* 2011). Por tal razón, se han realizado aproximaciones a partir de datos de colectas y avistamientos de las especies proyectados en mapas, las cuales han servido como referencias para tener una idea de las áreas que ocupan las especies (Soberón 2007, Peterson *et al.* 2011)

Las áreas de distribución que ocupan todas las especies en planeta no están dadas al azar y son heterogéneas (Figuroa Díaz Escobar 1995, Frisch Jordan 1995, Gaston 2000, Lomolino *et al.* 2005, Arroyo *et al.* 2008, Salazar-Bernal 2008, Morrone 2009), dichas áreas son el resultado de la influencia de varios factores (factores abióticos, bióticos, áreas

invadibles, procesos históricos y disponibilidad de recursos) que intervienen con diferente intensidad y a diferente escala (Amat-García *et al.* 1997, Lomolino *et al.* 2005, Soberón & Peterson 2005). El área de distribución de una especie forma parte de lo que se ha considerado como espacio geográfico, el cual se ve influenciado principalmente por tres factores (1) factores abióticos, (2) factores bióticos y (3) el área accesible para la especie (Soberón & Peterson 2005, Soberón & Nakamura 2009, Peterson *et al.* 2011), los cuales definen no solo el área de distribución sino también el nicho ecológico de la especie (Grinnell 1917, James *et al.* 1984, Soberón & Peterson 2005, Soberón 2007, Peterson *et al.* 2011).

El nicho ecológico se ha definido de diferentes maneras debido a que cada autor toma en cuenta distintos elementos para poder definirlo; sin embargo, tres de estas definiciones son a las que siempre se hace referencia. Grinnell (1917), define al nicho ecológico tomando en cuenta los factores ambientales, refiriéndose a estos como los requerimientos del clima y el hábitat trasladados a la geografía; Elton (1927) propone que el nicho ecológico debe de ser definido a partir de las interacciones bióticas de las especies, mientras que Hutchinson (1957) menciona que el nicho ecológico de una especie es el hipervolumen multidimensional en el cual se encuentran las variables ambientales favorables para que esta pueda sobrevivir (Pianka 1966, Patten & Auble 1980, 1981, Peterson *et al.* 2011).

Las definiciones de Grinnell (1917) y la de Hutchinson (1957) se basan, no sólo en el espacio geográfico sino que consideran un espacio más, este es el espacio ecológico que se encuentra dado por las variables ambientales (Soberón & Peterson 2005, Soberón & Nakamura 2009, Peterson *et al.* 2011). Dicho espacio está conformado por tres tipos de nichos, los cuales a su vez forman parte del nicho ecológico, estos nichos son a) el nicho fundamental, el cual no se encuentra contenido por completo en el espacio ecológico y que es considerado como el conjunto de condiciones favorables que permiten que una especie sobreviva, b) el nicho fundamental existente, este es la intersección que se da entre el nicho fundamental y el espacio ecológico, y c) el nicho concretado (*realized*), que es la parte del nicho fundamental existente que queda una vez que se dan las interacciones bióticas (Peterson *et al.* 2011).

Se ha observado que tanto el espacio geográfico como espacio el ecológico se encuentran relacionados, ya que si tenemos un conjunto de datos en el espacio geográfico, estos pueden tener una combinación ambiental en el espacio ecológico. No obstante, el número de datos que se tiene en el espacio geográfico es diferente al número de combinaciones que se pueden tener en el espacio ecológico (Colwell & Rangel 2009, Peterson *et al.* 2011). Tomando en cuenta esta relación, James *et al.* (1984), les da el nombre de nichos Grinnellianos, ya que el nicho ecológico de una especie, y por ende su área de distribución, esta dado a partir de factores abióticos (variables ambientales y áreas accesibles para las especies, Soberón 2007, Hirzel & Le Lay 2008, Peterson *et al.* 2011).

Un patrón de distribución es una repetición de eventos que se presentan en un mismo tiempo y espacio (MacArthur 1972, Espinosa Organista *et al.* 2002, Morrone & Ecalante 2009), esto se puede analizar tanto a nivel geográfico como a nivel ecológico, por lo que se puede hablar de patrones geográficos y patrones ecológicos.

El estudio de los patrones geográficos se ha realizado tomando en cuenta especies actuales y extintas, distribuidas tanto en tierra como en mar (Simpson 1964, Pianka 1966, Briggs 1995, Espinosa Organista *et al.* 2002), y se ha observado que existen patrones terrestres y marinos que se pueden identificar (Pianka 1966, Frisch Jordan 1995, MacArthur 1972, Briggs 1974, Ormond *et al.* 1997, Rosa 2010). No obstante, la mayor parte de los trabajos en los que se identifican patrones geográficos se han basado en organismos terrestres (Wallace 1876, Sclater 1897). Dentro de los patrones geográficos generales se encuentran los latitudinales, de riqueza, altitudinales, de endemismo y de profundidad (Frisch Jordán 1995).

El estudio de patrones geográficos oceánicos se ha enfocado principalmente en la identificación de regiones. Forbes (1856) realiza el primer trabajo sobre distribución de organismos marinos, en el cual presenta una regionalización marina tomando en cuenta principalmente varias especies de peces y moluscos, distribuidas a lo largo de la columna de agua. Posteriormente Sclater (1897) propone una regionalización de los océanos con base en la distribución de los mamíferos marinos, dicho trabajo sugiere seis regiones marinas (Arctatlantis, Mesatlantis, Indopelagia, Arctirenia, Mesirenia y Notopelagia). Gill *et al.* (1897) proponen una clasificación alternativa a Sclater (1897), la cual también se basa en la distribución de los mamíferos marinos. Ellos mencionan que sólo deberían de existir

tres reinos (Arctaliano, Tropicaliano y Notaliano). Bartholomew *et al.* (1911) toman en cuenta los trabajos realizados por Sclater (1897) y Gill *et al.* (1897), y definen los patrones de distribución de las especies marinas. Ekman (1935, 1967) reconoce faunas, regiones y subregiones zoogeográficas a nivel costero, y posteriormente Briggs (1974) hace una división de los océanos, al igual que Ekman (1935, 1967) a nivel costero, tomando en cuenta principalmente la distribución de peces, moluscos y crustáceos.

Vermeij (1978) reconoce cuatro grandes provincias tropicales de aguas poco profundas, aunque no las establece como tales, y menciona que estas pueden ser subdivididas de acuerdo a la ocurrencia de especies endémicas, aunque el número y los límites geográficos de las subdivisiones varían con el grupo taxonómico así como con el medio ambiente en el que este se encuentre. Longhurst (1998, 2006) analiza la interacción entre las condiciones ambientales (compuestos biogeoquímicos) y los organismos para determinar su distribución, proponiendo cuatro biomas y 57 provincias biogeoquímicas en el mundo. Briggs y Bowen (2012) proponen dos grupos principales (1) las regiones cálidas, las cuales abarcan aguas tropicales y cálido-templadas y (2) las regiones frías, que van desde aguas templado-frías a aguas polares (separando las del Hemisferio Norte de las del Hemisferio Sur), estas a su vez las subdividen en más regiones, las cuales, están basadas en especies de peces endémicos.

Los modelos de nicho ecológico (MNE) son un método que se basa en el nicho ecológico de las especies, este método utiliza información ambiental de un área de interés y biológica de una especie (ambas forman parte del espacio geográfico), que se analizan simultáneamente a través de algoritmos que crean una aproximación del espacio ecológico y que posteriormente es proyectada al espacio geográfico prediciendo las zonas donde se encuentran las condiciones ambientales adecuadas para que se encuentre la especie (Fig. 1, (Ríos-Muñoz & Navarro-Sigüenza 2009)). Al momento de elegir qué algoritmo se va a usar se tiene que tener en cuenta que cada uno requiere diferentes parámetros (Peterson *et al.* 2011). Uno de los algoritmos que se ha utilizado con mayor frecuencia es el Algoritmo Genético de Producción de Conjunto de Reglas (GARP, Stockwell & Peters 1999), el cual como su nombre lo indica, es un algoritmo genético (instrumento computacional que está inspirado en fenómenos biológicos, donde la parte genética pretende reproducir cómo evolucionan los cromosomas, e.g., mutaciones, deleciones) que trata de imitar el proceso

evolutivo basado en sistemas genéticos utilizando datos de presencia de las especies y datos de variables ambientales (Peterson *et al.* 2011). GARP utiliza cuatro reglas (atómicas, de intervalo, intervalo negado y regresión logística) que son mutadas al azar y a partir de las cuales son generados los modelos (Anderson *et al.* 2003). Los datos de entrada de la presencia de la especie son divididos en tres, (1) los datos que se utilizan para evaluar cuáles son los mejores modelos generados tomando en cuenta los errores de comisión (son considerados como los falsos positivos) y omisión (considerados como los falsos negativos, best subset), (2) los datos que se usan para generar los modelos junto con las reglas (puntos de training) y (3) los datos que se utilizan para probar y evaluar los modelos (puntos de testing). Una vez que se tienen los puntos de training y las reglas, éstos se ajustan para generar un conjunto de reglas iniciales, es decir, GARP genera diferentes enunciados (cada regla genera un enunciado diferente) que tienen datos ambientales (tomados a partir de las variables ambientales), dichos enunciados generan ese conjunto de reglas, las cuales empiezan a evolucionar a partir de mutaciones (inserciones, deleciones, cambios de una variable por otra, etc.), las mejores reglas pasan a la siguiente generación y así sucesivamente, el modelo se detiene hasta alcanzar un límite de convergencia (cuando los modelos generados se parecen en un 1% de una generación a otra) o cuando se alcanza el número de iteraciones establecido (Anderson *et al.* 2003).

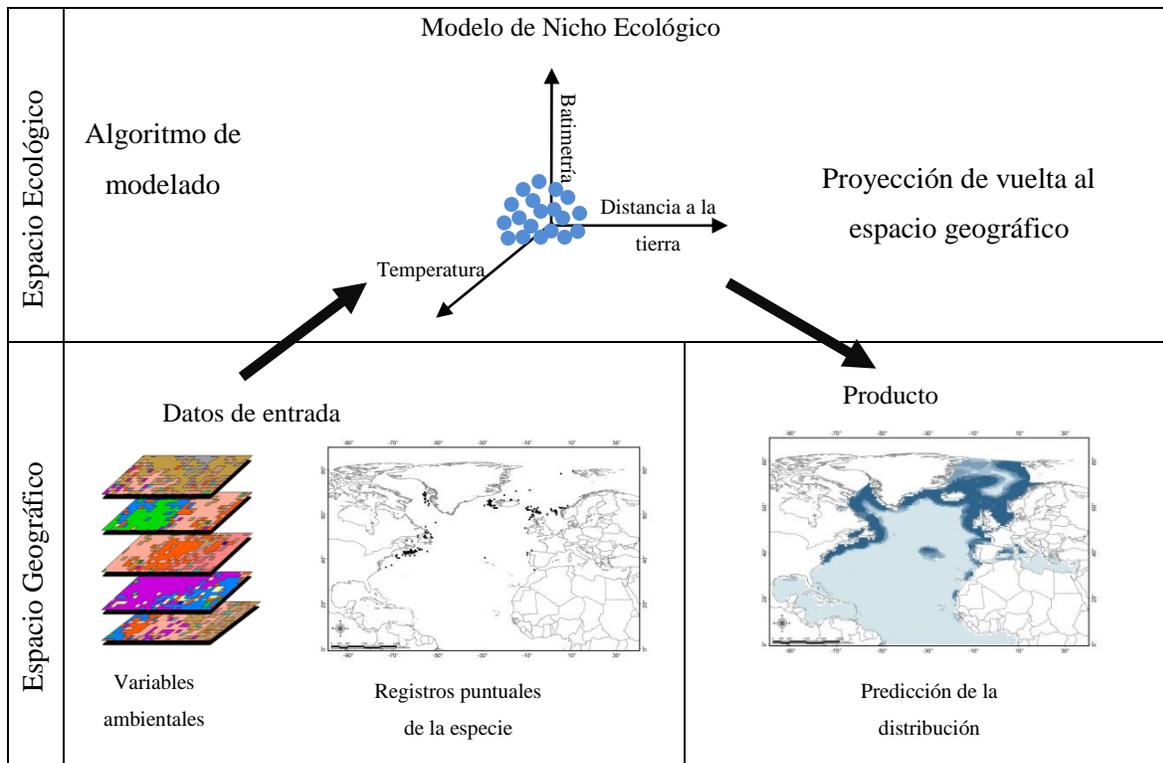


Figura 1. Esquematzación del proceso de modelado de nicho ecológico. Modificado de (Martínez-Meyer 2005).

Los patrones ecológicos se han analizado a partir de diferentes modelos de nicho, que al igual que los patrones geográficos, están enfocados principalmente a organismos terrestres (Rojas-Soto *et al.* 2008, Gutiérrez-Arellano 2012, Luna-Vega *et al.* 2012). Sin embargo, en mar también han sido utilizados dichos modelos, aunque no siempre han enfocado en la obtención de patrones ecológicos, sino únicamente para analizar la potencialidad que estos pueden tener al predecir la distribución geográfica de especies marinas (Wiley *et al.* 2003, Kaschner 2004, Mandelberg 2004, MacLeod *et al.* 2008, Kaschner *et al.* 2006, 2011). Existen trabajos en los que se identifican patrones ecológicos utilizando diferentes modelos, uno de estos son los modelos lineales generalizados (GML) a partir de los cuales se han obtenido las variables ambientales (ya sea individualmente o en combinaciones de variables) que influyen en la distribución de especies marinas como los peces (Beger & Possingham 2008).

En otros estudios en los que se ha empleado el algoritmo GARP, ha sido necesario utilizar otro tipo de análisis que identifiquen las variables que influyen en la distribución de las especies, uno de los análisis más utilizados ha sido el análisis de componentes

principales (PCA, Salazar-Bernal 2008) el cual indica qué variables son las que están variando más dentro de un conjunto de variables, lo cual no indica necesariamente que son las variables que influyen más en la distribución de las especies, aunque sí puede mostrar cómo se agrupan las variables si se comparan los componentes principales a través de un sistema de puntajes (los vectores propios) que nos dicen cómo cada uno de esos puntajes se relaciona con cada una de las variables originales, por lo que si los valores de las cargas (arrojados por el análisis) se acercan a cero indican que existe una relación pequeña entre los puntajes en este sistema y las variables originales (Dunteman 1989, Townend 2001). El primer componente principal refleja la característica más variable de la muestra, mientras a partir del segundo y los subsecuentes componentes principales la varianza va disminuyendo si se observan los valores que se obtienen se puede ver que se obtienen valores negativos o positivos, los cuales indican que una variable tiene una influencia muy fuerte en los puntajes en un particular componente principal (Townend 2001). Los puntajes que se les da a cada una de las observaciones en cada uno de los componentes esta en función de las cargas, por lo tanto, esos puntajes son las mediciones de las tasas que cada uno de los factores tiene en los diferentes sistemas de puntuación dados por cada uno de los componentes principales (Townend 2001).

Otro algoritmo que se ha utilizado recientemente es Maxent, que a diferencia de GARP puede decirnos qué variables están influyendo más en la distribución de las especies a partir de dos métodos, uno es el jackknife y otro son las curvas de respuesta de las variables (Elith *et al.* 2011), un ejemplo es el estudio realizado por Sequeira *et al.* (2012), en el cual analizan la distribución del tiburón ballena (*Rhincodon typus*) y obtienen que esta especie respone a la variación de la profundidad, la concentración de la clorofila a, la temperatura por estación del año y la batimetría.

Existen otros métodos, como el análisis de partición recursiva, que se ha visto que pueden predecir la distribución de las especies a partir de datos de presencia-ausencia (Peterson *et al.* 2011). Dicho análisis examina la relación que existe entre un conjunto de variables generando particiones que inician en los promedios más desviados de las medias de las variables, de este modo maximiza la suma de los cuadrados entre grupos, y al mismo tiempo, reduce al mínimo la suma de los cuadrados dentro de los grupos (Zhang & Singer 2010, Peterson *et al.* 2011). Se fundamenta en dos métodos de regresión no paramétrica,

uno son los Árboles de Clasificación y Regresión (CART, por sus siglas en inglés) y otro es Análisis Multivariado de Regresión Adaptativa (MARS, por sus siglas en inglés, Zhang & Singer 2010). En el caso de los CART, que son los que se han utilizado, se genera un árbol de decisión que se construye a partir de la división repetida de los datos que se define por una regla simple basada en una sola variable explicativa, en cada una de las divisiones los datos se parten en dos grupos que son mutuamente excluyentes y cada uno es lo más homogéneo posible (De'ath & Fabricius 2000). El objetivo de un CART es dividir la muestra en grupos homogéneos que expliquen la relación entre las variables; por lo que, cada grupo se caracteriza por cualquiera de la distribución (respuesta categórica) o el valor medio (respuesta numérica) de las variables de respuesta, el tamaño del grupo y los valores de las variables explicativas que lo definen (Fig. 2, De'ath & Fabricius 2000, Zhang & Singer 2010).

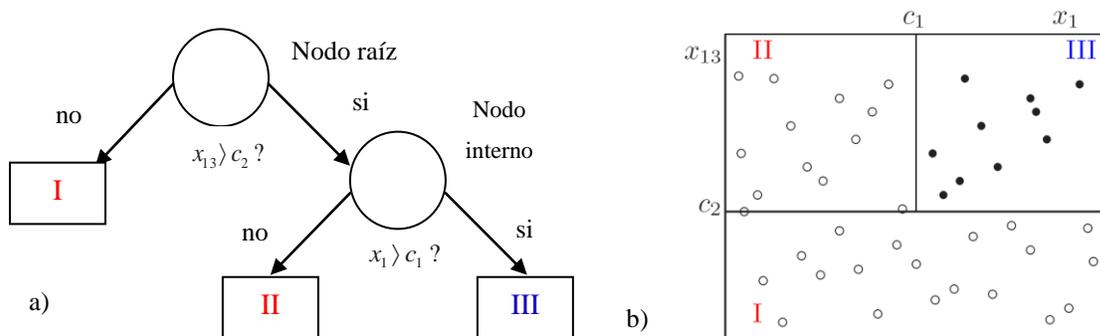


Figura 2. Representación del funcionamiento del análisis de partición recursiva. a) Árbol de decisión, donde x_{13} y x_1 representan las variables ambientales que pueden definir la presencia o ausencia de una especie, y c_1 y c_2 representan los valores de esas variables ambiental que hacen posible que la especie esté presente. I y II son los datos de las especies que no presentan los valores de la variable que define la presencia de la especie y por tanto se interpreta como ausencia, mientras que III son los datos de la especie que si presenta los valores de la variable a partir de los cuales se puede encontrar presente la especie. El nodo raíz es el total de datos de la especie con los todas las variables y todos los valores de esas variables, el nodo interno es la primer división a partir de una de las variables que define la presencia de la especie y que cuentan con los valores de esa variable que influye en la presencia de la especie. b) Grafica que muestra el comportamiento de los datos de la especie conforme cada variable ambiental define la presencia y ausencia de la especie, esta grafica resulta conforme se presenta cada ramificación del árbol de decisión. x_{13} , x_1 , c_1 y c_2 representan lo mismo que en a) (modificada de Zhang & Singer 2010).

El Atlántico Norte

El AN ha sido delimitado de diferentes formas. La International Hydrographic Organization (IHO 1953) define al AN como el área que comprende desde el Ecuador hasta aproximadamente los 80° de latitud norte y que se encuentra confinada entre el Estrecho de Davis, Mar de Labrador, Mar de Terranova, Golfo de St. Lawrence, Golfo de México, Mar Caribe, Golfo de Guinea, Ensenada de Benin, Mar Mediterráneo, Bahía de Vizcaya, Canal Inglés, Mar del Norte, Mar de Noruega, Mar de Groenlandia y Estrecho de Denmark, esta delimitación está basada en los resultados batimétricos de varias expediciones oceanográficas (fig. 3A). Longhurst (1998, 2006) muestra un mapa en el cual el AN abarca del Ecuador a los 60° N en la cual se localizan 17 de las provincias definidas a partir de compuestos biogeoquímicos (variables ambientales), dicha área solo considera el Estrecho de Gibraltar, una pequeña parte del Mar Mediterráneo y parte del Mar Caribe, dejando fuera al Mar del Norte y el Golfo de México, (fig. 3B). Por otra parte, Kinze (2001) propone que el AN es el área que se encuentra al norte de los 25° N, es decir, desde las aguas sur del Polo Norte hasta la costa occidental de África (incluyendo las Islas Canarias) al este, y al oeste la costa oriental de América del Norte hasta el extremo sur de Florida, incluyendo los mares Báltico, Mediterráneo y Negro, así como, el Golfo de St. Lawrence, el Estrecho de Hudson y otros mares mucho más pequeños (fig. 3C). Posteriormente Stenseth *et al.* (2004) consideran como AN latitudinalmente desde los 5° N hasta los 90° N y longitudinalmente desde los 45° E hasta los 95° W (fig. 3D). Reeves *et al.* (2008) lo definen a partir del registro de cada una de las especies, por tal motivo esta región abarca desde el Ecuador hasta los 60° N al oeste y al este a los 70° N, incluyendo Mar Caribe, Golfo de México, Mar de Terranova, Mar Mediterráneo, Ensenada de Benín y el Golfo de Guinea (fig. 3E). La Comisión de Mamíferos Marinos del Atlántico Norte (NAMMCO por sus siglas en Inglés,) lo considera a partir de las zonas 21 (FAO 2004-2012) y 27 (FAO 1990-2012) de pesca propuestas por el Sistema de Monitores de Recursos Pesqueros (FIRMS, 2011-2012, fig. 3F). Considerando cada una de las propuestas y haciendo un consenso, el AN es considerado para este trabajo como se muestra en la figura 4, ya que se puede observar tanto un gradiente latitudinal bien definido (aguas tropicales, subtropicales, templadas y frías), como las diferentes condiciones ambientales (compuestos biogeoquímicos) que interactúan con los organismos marinos y determina su distribución.

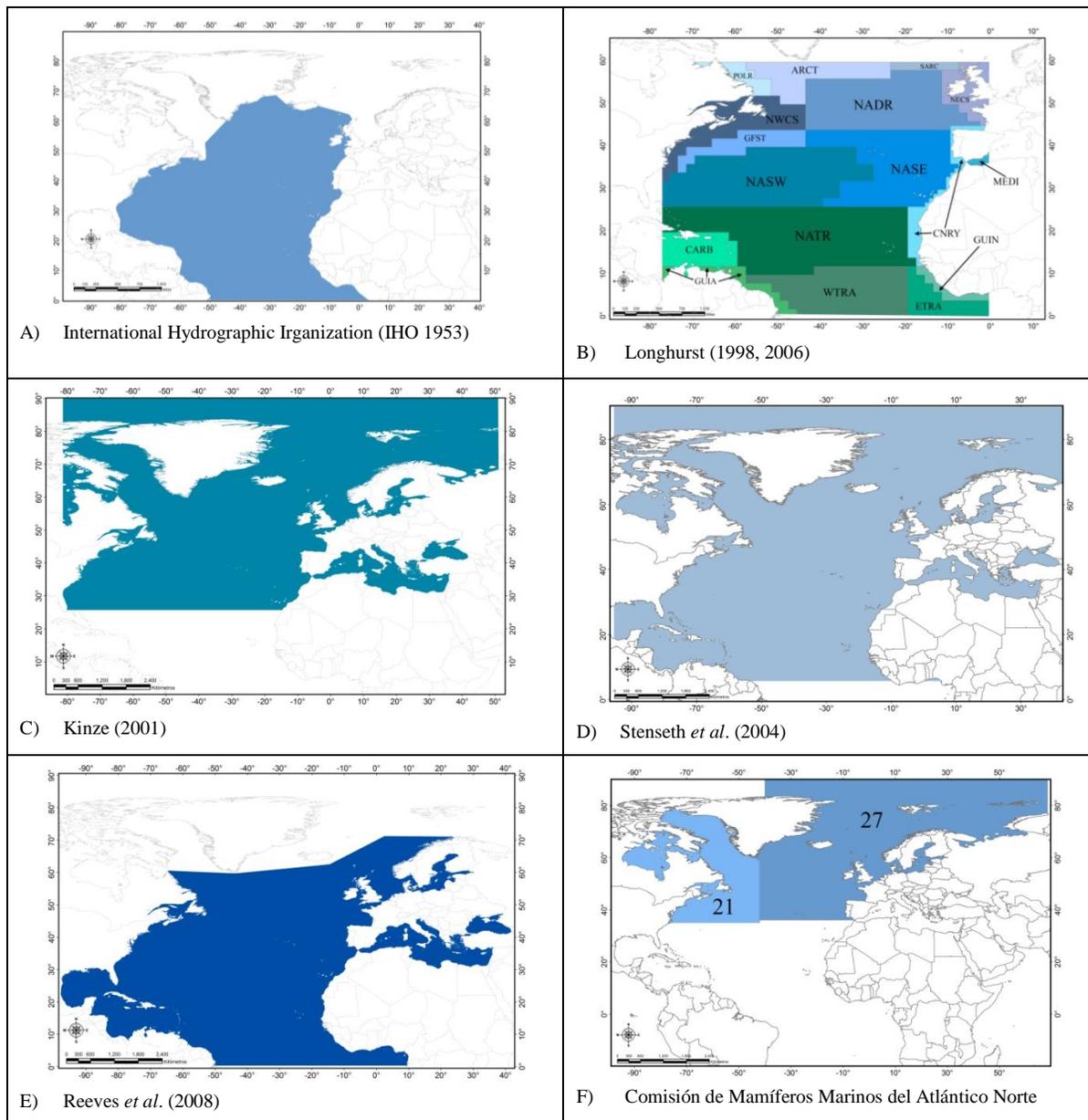


Figura 3. Delimitaciones propuestas del AN consideradas en el consenso para delimitar al AN en este trabajo. A) International Hydrographic Organization (IHO 1953). B) Longhurst (POLR = BPLR Provincia Boreal Polar, ARCT Provincia Atlántico-Ártico, SARC Provincia Atlántico-Subártico, NECS Provincia de la plataforma continental Atlántico noreste, NWCS Provincia de la plataforma continental Atlántico noroeste, NADR Provincia del Corriente del Atlántico Norte, GFST Provincia de la Corriente del Golfo, NASW y NASE Provincias de los giros subtropicales de Atlántico Norte, CNRY Provincia costera de la Corriente de Canarias, MEDI Provincia del Mar Mediterraneo-Mar Negro, CARB Provincia del Caribe, NATR Provincia del giro del Atlántico Norte tropical, GUIN Provincia costera de la Corriente de Guinea, ETRA Provincia de Atlántico Este tropical, WTRA Provincia del Atlántico Oeste tropical, GUIA Provincia costera de Guyanas, 1998, 2006). C) Kinze (2001). D) Stenseth *et al.* (2004). E) Reeves *et al.* (2008). Comisión de Mamíferos Marinos del Atlántico Norte (Zona 21 FAO 2004-2012. Zona 27 FAO 1990-2012. FIRMS por sus siglas en inglés. 2011-2012).

El AN está influenciado por varias corrientes oceánicas superficiales controladas por la interacción del sistema de vientos y la rotación de la Tierra, las cuales pueden influir en la concentración de nutrientes, y por ende en la productividad primaria que se localiza en este, así como en la formación de zonas de surgencia (Levinton 2001, Behrenfeld *et al.* 2006). Las zonas de productividad primaria se localizan principalmente en mares fríos, aunque se ha observado que dependiendo de la estación del año en aguas tropicales, subtropicales y templadas estas zonas pueden restringirse más al norte o más al sur (Beers *et al.* 1968, Levinton 2001, Pinet 2003, Behrenfeld *et al.* 2006). La formación zonas de surgencias se debe a movimientos verticales de masas de agua de niveles profundos hacia la superficie. Un claro ejemplo es la zona de surgencia de las Islas Canarias que es una de las tres principales a nivel mundial (Levinton 2001, Pinet 2003, Behrenfeld *et al.* 2006). Las zonas de productividad primaria y las zonas de surgencia concuerdan con áreas donde se encuentran las principales pesquerías en el AN (Pinet 2003).

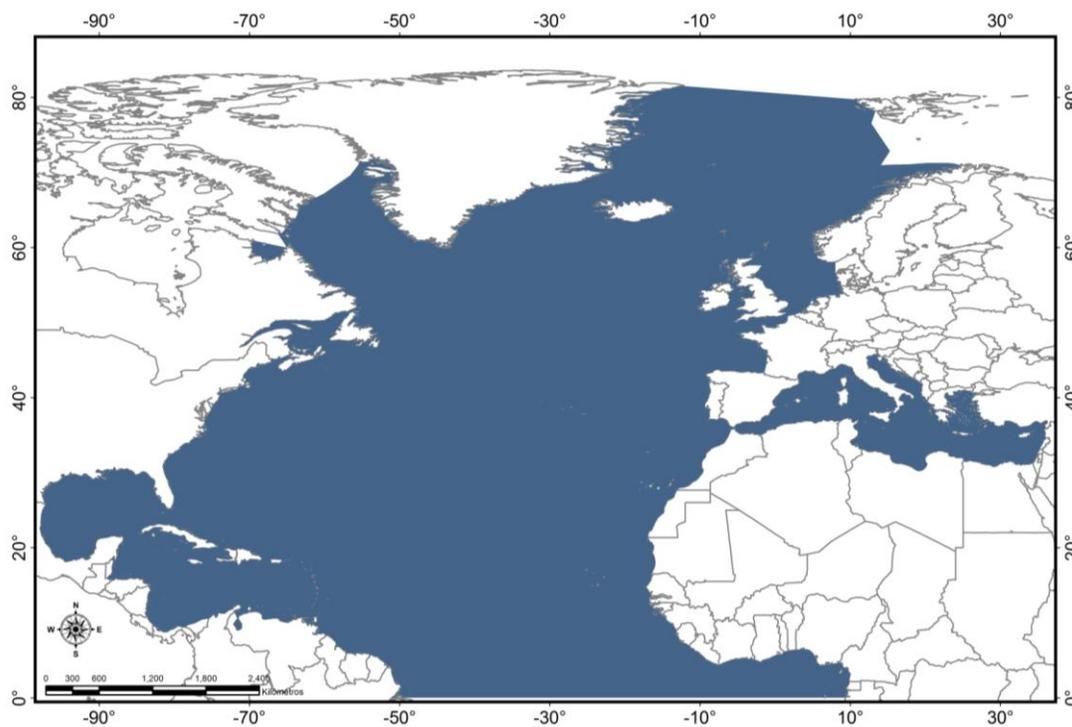


Figura 4. Delimitación del Atlántico Norte considerada para este trabajo, determinada a partir del consenso de las propuestas presentadas en la Figura 3.

Mamíferos marinos

En el AN se han reportado entre 50 y 53 especies de mamíferos marinos (Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008), las cuales representan a tres del órdenes a los cuales pertenecen los mamíferos marinos (Cetacea, Sirenia y Carnivora, Jefferson *et al.* 1993, 2007, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008). No existen estudios realizados sobre la distribución de dichas especies específicamente en esta área aunque ha sido incluida en trabajos a nivel mundial donde se ha mencionado lo que sucede en el AN o en algunas partes de este, así como trabajos enfocados únicamente a zonas específicas dentro del AN, partiendo de la distribución de todas o algunas de las especies de mamíferos marinos.

Dentro de los estudios realizados a nivel mundial existen análisis históricos, los cuales proponen regionalizaciones (Sclater 1897, Gill *et al.* 1897) o analizan los patrones de distribución de los mamíferos marinos a través del método panbiogeográfico, para poder comprender tanto los patrones como los procesos evolutivos involucrados que los originan (Aguilar-Aguilar & Contreras-Medina 2003). Otros estudios analizan los patrones macroecológicos para identificar tanto zonas que se encuentran amenazadas debido a la explotación humana, como zonas que son propuestas como sitios de conservación para los mamíferos marinos (Schipper *et al.* 2008, Pompa *et al.* 2011). Por último, existen análisis que se basan en los MNE para poder representar la distribución de las especies, buscar evidencias que demuestren la preferencia de hábitat de especies simpátricas (como es el caso de la foca de capuchina [*Cystophosra cristata*] y la foca de arpa [*Pagophilus groenlandicus*], que puedan reducir la competencia intraespecífica, Reijnders *et al.* 1993), y encontrar las zonas que presentan la menor y mayor diversidad de especies para proponer patrones de riqueza tanto presentes como futuros observando el efecto que tiene el cambio climático sobre estas especies (Kaschner 2004, Kaschner *et al.* 2006, 2011).

Los trabajos enfocados a zonas particulares del AN, a diferencia de los trabajos a nivel mundial, son más escasos y en su mayoría no consideran a todos los mamíferos marinos. Sin embargo, existen trabajos que a través de fotoidentificación analizan la distribución de especies de interés (Reid *et al.* 1991), y otros, que al igual que en los trabajos realizados a nivel global, se basan en MNE realizando comparaciones entre métodos para evaluar cuál es mejor y a partir de estos identificar áreas clave en la distribución de las especies o para identificar los patrones de distribución y a partir de ellos

determinar las variables que influyen en la distribución (Mandleberg 2004, Salazar-Bernal 2008, MacLeod *et al.* 2008).

Objetivo General

Determinar los patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos en el AN.

Objetivos Particulares

- Crear una base de datos georreferenciada que contenga los registros de los mamíferos marinos del AN.
- Realizar modelos de nicho ecológico de los mamíferos marinos del AN a nivel superficial y proyectarlos a diferentes profundidades para evaluar si es posible representar las condiciones superficiales a un gradiente de profundidad.
- Determinar los patrones de distribución y riqueza de los mamíferos marinos tanto a nivel superficial como a diferentes profundidades.
- Identificar los factores ecológicos que influyen en la distribución y riqueza de los mamíferos marinos.

Métodos

La obtención de los datos biológicos se realizó a partir de búsquedas en distintas bases de datos como son Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Red Mundial de Información sobre Biodiversidad (REMIB), Ocean Biogeographic Information System (OBIS), SpeciesLink, colecciones científicas (Smithsonian National Museum of Natural History) y distintas publicaciones (Ray & Spiess 1981, Ray *et al.* 1982, Reeves *et al.* 1983, Finley 1990, Colmenero-Rolón 1991, Gosselin 1994, Deutsch 1996, Morales-Vela & Olivera-Gómez 1997, García-Rodríguez *et al.* 1998, Mignucci-Giannoni *et al.* 1999, Jiménez-Pérez 2000, Wright *et al.* 2002, de Thoisy *et al.* 2003, Courbis & Worthy 2003, Falcón-Matos *et al.* 2003, Langtimm & Beck 2003, Morales-Vela *et al.* 2003, Auil 2004, Bonde *et al.* 2004, Castelblanco-Martínez *et al.* 2005, Jiménez 2005, Olivera-Gómez & Mellink 2005, Haubold *et al.* 2006, Gannon *et al.* 2007, Rodas-Trejo *et al.* 2008), dicha base fue creada en Access 2000. Una vez que se obtuvo la base de datos, se revisaron las sinonimias siguiendo como autoridad taxonómica a Wilson & Reeder (2005). Los registros

que no contaban con datos de latitud y longitud fueron georreferenciados con la ayuda de gaceteros electrónicos (ej. Global Gazetteer Version 2.2 <http://www.fallingrain.com/world/index.html>, BioGeomancer Project [Guralnick *et al.* 2006]). Los registros puntuales de las especies y la cartografía utilizada se visualizaron en el ArcGIS 10 para corroborar que las georreferencias de las especies concordaran con su distribución dentro del área de estudio, por lo que fue necesario descartar puntos que no fueran consistentes con la literatura publicada o que constituyeran registros poco confiables.

Se utilizaron bases de datos geográficas de las variables oceanográficas distancia a la tierra (DIST), batimetría (BATI), temperatura (TEMP), fosfatos (FOSF), nitratos (NITR), oxígeno disuelto (OXID), porcentaje de saturación de oxígeno (PSO), salinidad (SALI), silicatos (SILI), y utilización aparente del oxígeno (UAO), a nivel superficial y a diferentes profundidades (100 m, 200 m y 300 m, Cuadro 1). Dichas bases de datos se obtuvieron del National Oceanographic Data Center (NODC-NOAA <http://www.nodc.noaa.gov/OC5/WOA09/woa09data.html>), Geophysical Data System (GEODAS-NOAA <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/geodas/geodas.html>) y Aquamaps (Kaschner *et al.* 2006). Las variables de fosfatos, nitratos, silicatos, porcentaje de saturación de oxígenos, salinidad, temperatura y utilización aparente del oxígeno forman parte del informe anual de todos los datos climatológicos calculados sin tomar en cuenta el mes en que se realizaron las observaciones de dichas variables (Antonov *et al.* 2010, García *et al.* 2010a,b, Locarnini *et al.* 2010).

Los datos climatológicos se definen como el promedio de los campos oceanográficos en determinados niveles de profundidad estándar basados en el análisis de perfiles oceanográficos históricos y seleccionando sólo los datos de la superficie, dicho perfil es el conjunto de mediciones de una sola variable a profundidades discretas tomadas como si fueran un instrumento que se cae o se eleva verticalmente en la columna de agua (Antonov *et al.* 2010). Estas bases de datos se trabajaron en un SIG (ArcGIS 10) para generar las coberturas geográficas que se utilizaron en la elaboración de modelos. Todas las coberturas fueron transformadas en el SIG ArcView 3.3 para modificar el tamaño del pixel a 0.02° x 0.02°, este cambio de tamaño de pixel no implicó la realización de un desescalado de las coberturas (Russo & Zack 1997, Ramírez-Villegas & Jarvis 2010), el cual implica un

cambio en los valores de las variables, el procedimiento que se realizó fue únicamente dividir en varios pixeles los cuadros de 1° x 1° si modificación de los valores de las variables. Posteriormente se recortaron de tal forma que todas las coberturas cubrieran el mismo tamaño de área, este procedimiento se realizó tanto para la cobertura a nivel superficial como para las tres profundidades.

Se realizaron los modelos de nicho ecológico empleando el Algoritmo Genético de Producción de Conjunto de Reglas (GARP, por sus siglas en Inglés). Para la realización de los modelos, las especies se dividieron en especies con menos de 15 registros espacialmente únicos para los cuales se utilizó una medida de omisión intrínseca y especies con más de 15 registros espacialmente únicos de los cuales se utilizó una medida de omisión extrínseca. Se realizaron 100 modelos para cada una de las especies de mamíferos marinos con los datos superficiales y se proyectaron a 100 m, 200 m y 300 m de profundidad, estableciéndose un total de 1000 iteraciones o un límite de convergencia de 0.01. La selección de los 10 mejores modelos de acuerdo con la propuesta de Anderson *et al.* (2003), la cual asume que los mejores modelos son los que presentan un error de omisión mínimo y un error de comisión intermedia (*best subsets*, Anderson *et al.* 2003, Ríos-Muñoz & Navarro-Sigüenza 2009). Los diez mejores modelos se sumaron obteniendo los mapas finales por especies aceptando un error mínimo del 2% (en la mayoría de las especies) y un máximo del 7% (*Hyperoodon ampullatus* y *Orcinus orca*) que es la proporción de puntos que caen fuera del área que predice el modelo (Anderson *et al.* 2003). Los mapas finales que presentaban sobrepredicción (error de comisión, Anderson *et al.* 2003) en zonas donde las especies no se distribuyen se editaron considerando criterios biogeográficos y ecológicos basados en la literatura (Longhurst 1998, 2006, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008) para eliminar dichas zonas.

La identificación de los patrones generales de riqueza se realizó a partir de la suma de los MNEs ya editados de cada especie (Ríos-Muñoz & Navarro-Sigüenza 2009), a partir de esta suma se clasificaron las zonas según su riqueza de especies en alta, media y baja considerando el número de especies que en estas se presente, para que fuera más fácil visualizar las zonas donde se concentra la riqueza de los mamíferos marinos del AN. Una vez que se obtuvieron estas zonas se definieron las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN y se obtuvo la composición biótica de cada una.

Debido a que GARP no realiza el reconocimiento de las variables de importancia fue necesario realizar otro análisis. Para esta evaluación de variables ambientales se generó una malla de puntos que cubrieran toda el área de estudio con una separación de 0.5° . Estos sirvieron para sobreponerlos en los MNE obtenidos para cada especie de los mamíferos marinos del AN y extraer por separado los puntos que caían en la zona con predicción y la zona donde no existía predicción, esto también se realizó para las áreas de importancia de los mamíferos marinos del AN. A partir de éstos, se extrajo la información de cada una de las variables que se utilizaron para generar los modelos de nicho. Posteriormente se analizó la correlación (coeficiente de correlación de Pearson) que pudiera existir entre las variables usando una matriz de correlación en JMP 9 (SAS Institute 2010) y se eliminaron las variables que tuvieran una correlación de ≥ 0.9 .

Se realizó un análisis de partición recursiva a partir de las variables que no se encontraban correlacionadas para realizar la caracterización ambiental tanto de las zonas predichas por especies, como de las áreas de importancia para los mamíferos marinos y así identificar las variables que presentan mayor influencia o que son de mayor importancia en sus distribuciones y en cada una de las áreas. A partir de los resultados obtenidos del análisis de partición recursiva se obtuvieron variables con los valores que hacen posible que exista la presencia de las especies, la probabilidad acumulada y la contribución de cada una de las variables (calculada a partir de la probabilidad acumulada).

A partir de la información de las variables ambientales obtenidas de la malla de 0.5° de separación para cada una de las especies y áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN se generaron dos tablas que contienen información de las variables ambientales (una para cada caso) y se estandarizaron con base en los valores de la media y desviación estándar en R (R core team 2012). Posteriormente se realizó un análisis de componentes principales con correlación en R (R core team 2012) para poder identificar la existencia de patrones ecológicos.

Cuadro 1. Descripción de las variables oceanográficas utilizadas en GARP para realizar los modelos de nicho ecológico para cada una de las especies de mamíferos marinos del AN.

Variable	Descripción
Distancia a la tierra (DIST, Km)	Distancia del pixel más cercano a la costa (sólo pixeles en agua).
Batimetría (BATI, m)	Equivalencia de la topografía en términos oceanográficos.
Fosfatos (FOSF), Nitratos (NITR) y Silicatos (SILI, μM)	Son todos los datos disponibles sin importar el año, los cuales se ven afectados por procesos bioquímicos y físicos (Antonov <i>et al.</i> 2010, García <i>et al.</i> 2010a, García <i>et al.</i> 2010b, Locarnini <i>et al.</i> 2010).
Oxígeno disuelto (OXID, ml/l)	Son todos los datos disponibles sin importar el año, los cuales se ven afectados por procesos bioquímicos y físicos (Antonov <i>et al.</i> 2010, García <i>et al.</i> 2010a, García <i>et al.</i> 2010b, Locarnini <i>et al.</i> 2010).
Porcentaje de saturación de oxígeno ($PSO = O_2^s$)	<p>Se estima como 100% de veces la proporción de $[O_2]$ a $[O_2^*]$</p> <p>Donde $[O_2]$ es la media de la concentración del O_2 (ml/L) y $[O_2^*]$ es la concentración de la solubilidad del O_2 (ml/L, (García <i>et al.</i> 2010a).</p> $\left(O_2^s = 100\% \left(\frac{[O_2]}{[O_2^*]} \right) \right)$
Utilización aparente del oxígeno (UAO, ml/l)	<p>Representa una estimación del utilizado debido a procesos bioquímicos con un valor preformado. Se calculó como la diferencia entre la solubilidad ($[O_2^*]$) y las concentraciones medias de oxígeno O_2 y se expresa:</p> $UAO = O_2^* - O_2$ <p>UAO es la medida aproximada de la utilización de oxígeno verdadero y se calcula asumiendo que la cantidad de O_2 usado durante un proceso biogeoquímico local puede ser estimado por la diferencia de concentración entre el O_2 observado y los valores de O_2 preformado (García <i>et al.</i> 2010a).</p>
Salinidad (SALI, pss, practical salinity scale) y Temperatura (TEMP, °C)	Promedio de cinco décadas 1955-1964, 1965-1974, 1975-1984, 1885-1994 y 1995-2006 (Antonov <i>et al.</i> 2010).

Resultados

- Base de datos

La base de datos contiene un total de 71,816 registros puntuales para 45 de las 51 especies de mamíferos marinos que se localizan en el AN (Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008), de los cuales 27,999 son registros especialmente únicos (Cuadro 2) que corresponden a las especies que contaron con información suficiente para realizar los MNE, en el caso de *Sotalia fluviatilis*, *Delphinus capensis*, *Souza teuzii*, *Monodon monoceros*, *Erignathus barbatus* y *Trichechus senegalensis*, que presentan distribución en el área de estudio, no fueron consideradas en análisis posteriores debido a la falta de información. La información contenida en la base de datos comprende un periodo que va de 1955 al 2006, que concuerda con el periodo que abarcan las variables ambientales utilizadas en los MNE.

- Modelos de nicho ecológico y patrones de riqueza

Los modelos de nicho ecológico (MNE) realizados para los mamíferos marinos del AN a nivel superficial muestran, en general, una buena predicción de la distribución de las especies (ej. Anexo 1 Figuras 38 y 42). En el caso *Eubalaena glacialis* (Anexo 1 Figura 2) se puede observar que los MNE son capaces de predecir la población que se distribuía en la costa de Europa y que ha sido reportada como extinta, aunque en otros casos como son las especies de amplia distribución no son tan eficaces (Anexo 1 Figuras 6 y 17).

Las proyecciones realizadas a diferentes profundidades (100 m, 200 m y 300 m) muestran, en la mayoría de las especies, que no es posible transferir las condiciones ambientales superficiales a ninguna de las profundidades. A pesar de esto, sólo en algunas especies fue posible realizar esta transferibilidad de condiciones (fig. 5). Por esta razón, todos los análisis fueron hechos sólo a nivel superficial.

Los modelos generales de riqueza muestran que existen tres zonas principales, baja (1-10 especies), media (11-20) y alta riqueza (21-30, fig. 6), de las cuales, las zonas de riqueza alta están representadas por 40 de las 45 especies de mamíferos marinos del AN.

Cuadro 2. Especies de mamíferos marinos reportadas para el AN ordenada taxonómicamente con número de registros espacialmente únicos utilizados en la realización de los modelos de nicho ecológico en GARP. * *Delphinus spp* está conformado por *D. delphis* y *D. capensis*. Los registros de pinnípedos solo se localizan en mar.

Orden	Familia	Especie	Número de registros espacialmente únicos
Cetacea	Balaenidae	<i>Balaena mysticetus</i>	12
		<i>Eubalaena glacialis</i>	397
	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	778
		<i>Balaenoptera borealis</i>	384
		<i>Balaenoptera edeni</i>	14
		<i>Balaenoptera musculus</i>	290
		<i>Balaenoptera physalus</i>	7649
		<i>Megaptera novaeangliae</i>	2268
	Delphinidae	<i>Delphinus spp</i> *	1387
		<i>Feresa attenuata</i>	16
		<i>Globicephala macrorhynchus</i>	13
		<i>Globicephala melas</i>	1232
		<i>Grampus griseus</i>	879
		<i>Lagenodelphis hosei</i>	4
<i>Lagenorhynchus acutus</i>		1185	
<i>Lagenorhynchus albirostris</i>		186	
<i>Orcinus orca</i>		80	
<i>Peponocephala electra</i>		22	
<i>Pseudorca crassidens</i>		29	
<i>Stenella attenuata</i>		648	
<i>Stenella clymene</i>		58	
<i>Stenella coeruleoalba</i>		349	
<i>Stenella frontalis</i>		326	
<i>Stenella longirostris</i>	58		
<i>Steno bredanensis</i>	43		
<i>Tursiops truncatus</i>	2336		
Monodontidae	<i>Delphinapterus leucas</i>	5	
Phocoenidae	<i>Phocoena phocoena</i>	2362	
Physeteridae	<i>Physeter catodon</i>	2059	
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i>	34	
	<i>Kogia sima</i>	58	
Ziphiidae	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	108	
	<i>Mesoplodon bidens</i>	21	
	<i>Mesoplodon densirostris</i>	10	
	<i>Mesoplodon europaeus</i>	9	
	<i>Mesoplodon mirus</i>	6	
	<i>Ziphius cavirostris</i>	57	
Sirenia	Trichechidae	<i>Trichechus manatus</i>	12
Carnivora: Pinnipedia	Phocidae	<i>Odobenus rosmarus</i>	10
		<i>Cystophora cristata</i>	26
		<i>Halichoerus grypus</i>	2323
		<i>Monachus monachus</i>	38
		<i>Pagophilus groenlandicus</i>	41
		<i>Phoca vitulina</i>	173
<i>Pusa hispida</i>	4		

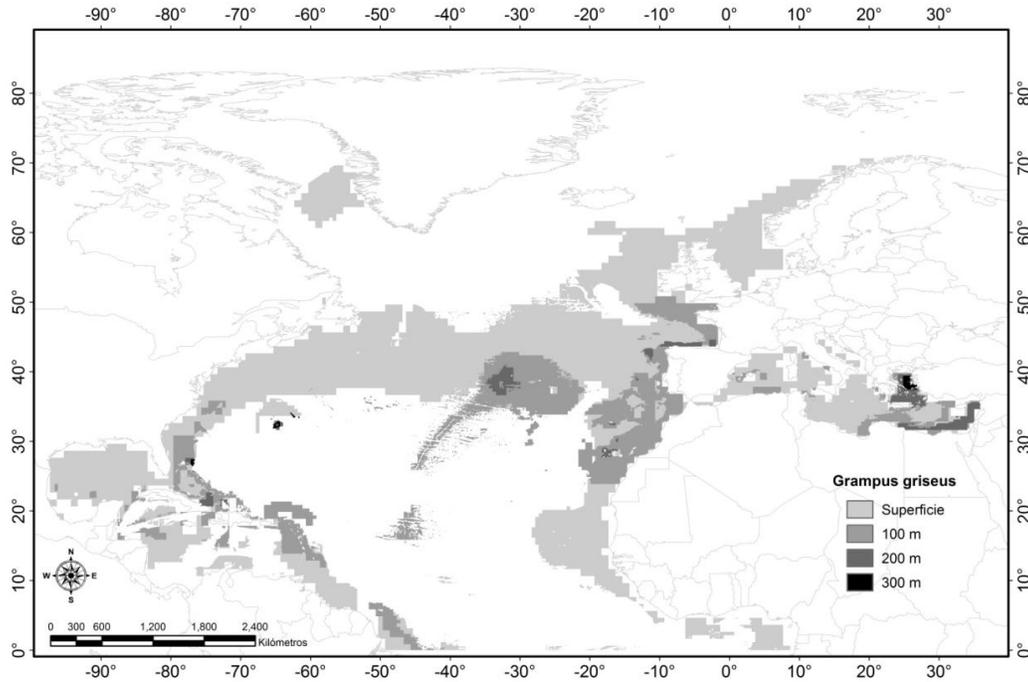


Figura 5. Modelo de nicho ecológico de *Grampus griseus* donde se muestra que las proyecciones a 100, 200 y 300m. En general las condiciones superficiales no pudieron ser transferibles.

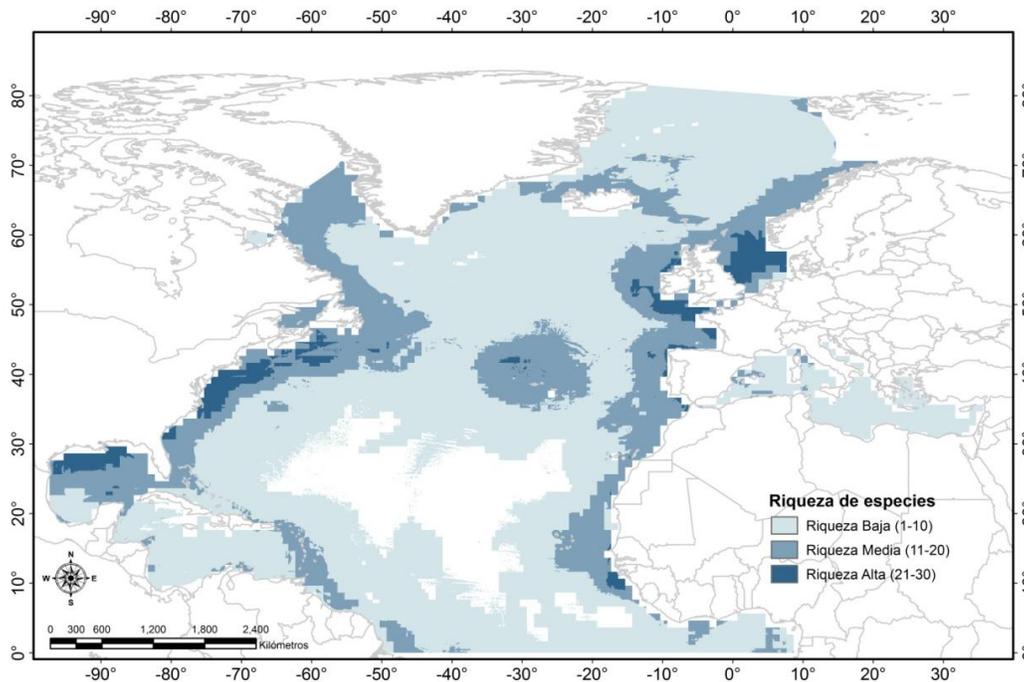


Figura 6. Zonas de riqueza identificadas a partir de los patrones de riqueza. La zona de riqueza baja presenta una concentración de especies de 1 a 10, mientras que para la zona de riqueza media la concentración va de 11 a 20 y para la zona de riqueza alta de 21 a 31 especies.

Se identificaron nueve áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN a partir de las zonas de riqueza alta que presentan una concentración de especies que va de 21 a 30 especies y son Golfo de México-Barbados, Costa de Estados Unidos-Canadá, Azores, Mar del Norte, Norte de Irlanda, Sur de Gran Bretaña, la Bahía de Vizcaya, la Costa norte de Portugal, Estrecho de Gibraltar, Cavo Verde-Islas Canarias (fig. 7). La composición biótica de estas zonas (Cuadro 3) indica que es una composición heterogénea en todos los casos, y solo *Pusa hispida* y *Balaena mysticetus* no forman parte de ninguna de ellas debido a que dichas especies se distribuyen en aguas frías y las áreas de importancia no abarcan estas aguas. También se puede observar que el área que presenta el mayor número de especies es la Costa de Estados Unidos y la Costa de Canadá, excediendo la concentración de especies que se puede tener en cada zona de riqueza alta.

Cuadro 3. Composición biótica de las nueve áreas de importancia para los mamíferos marinos del

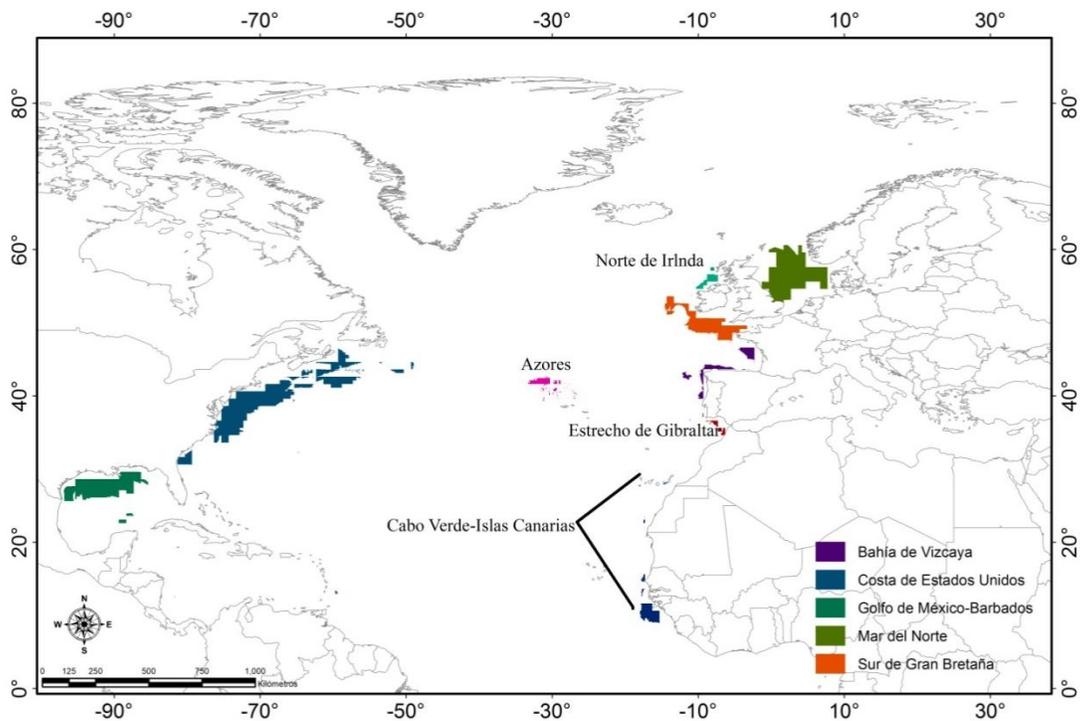


Figura 7. Áreas de importancia para los mamíferos marinos del Atlántico Norte establecidas a partir de las zonas de riqueza alta.

AN, Golfo de México-Barbados (GMB), Costa de Estados Unidos-Canada (CEU-Can), Azores, Mar del Norte, Norte de Irlanda, Sur de Gran Bretaña, Bahía de Vizcaya, Estrecho de Gibraltar y Cabo Verde-Islas Canarias (CVIC).

Especie	GMB	CEU-Can	Azores	Mar del Norte	Norte de Irlanda	Sur de Gran Bretaña	Bahía de Vizcaya	Estrecho de Gibraltar	CVIC
<i>Balaena mysticetus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eubalaena glacialis</i>	-	X	-	X	X	X	X	X	-
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Balaenoptera borealis</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	X
<i>Balaenoptera edeni</i>	X	X	X	-	-	-	-	X	X
<i>Balaenoptera musculus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Balaenoptera physalus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Megaptera novaeangliae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Delphinus spp. (delphis?)</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Feresa attenuata</i>	X	X	X	-	-	-	-	X	X
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	X	X	X	-	-	-	-	X	X
<i>Globicephala melas</i>	-	X	X	X	X	X	X	X	-
<i>Grampus griseus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lagenodelphis hosei</i>	X	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lagenorhynchus acutus</i>	-	X	X	X	X	X	-	-	-
<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	-	X	-	-	X	X	X	-	-
<i>Orcinus orca</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Peponocephala electra</i>	X	X	X	-	-	-	X	X	X
<i>Pseudorca crassidens</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stenella attenuata</i>	X	X	X	-	-	-	-	-	X
<i>Stenella clymene</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Stenella coeruleoalba</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stenella frontalis</i>	X	X	X	-	-	-	X	X	X
<i>Stenella longirostris</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	X
<i>Steno bredanensis</i>	X	X	X	-	-	-	X	X	X
<i>Tursiops truncatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Delphinapterus leucas</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Phocoena phocoena</i>	-	X	-	X	X	X	X	X	X
<i>Physeter catodon</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Kogia breviceps</i>	X	X	X	X	-	X	X	X	X
<i>Kogia sima</i>	X	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Hyperoodon ampullatus</i>	-	X	X	X	X	X	X	X	-
<i>Mesoplodon bidens</i>	-	X	-	X	X	X	-	-	-
<i>Mesoplodon densirostris</i>	X	X	X	-	-	X	X	X	X
<i>Mesoplodon europaeus</i>	X	X	-	X	-	-	X	-	X
<i>Mesoplodon mirus</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Ziphius cavirostris</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Trichechus manatus</i>	X	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Odobenus rosmarus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cystophora cristata</i>	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Halichoerus grypus</i>	-	X	-	X	X	X	-	-	-
<i>Monachus monachus</i>	-	-	-	-	-	-	-	X	X
<i>Pagophilus groenladicus</i>	-	-	-	X	-	X	-	-	-
<i>Phoca vitulina</i>	-	X	-	X	X	X	X	-	-
<i>Pusa hispida</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	27	39	25	27	21	25	25	26	28

- *Caracterización ambiental y patrones ecológicos*

La correlación de variables por especie a partir de la malla de 0.5° de separación, que se hizo antes de realizar la caracterización ambiental y la observación de patrones ecológicos, muestra resultados similares, ya que para 38 especies las variables que presentan una alta correlación son oxígeno disuelto (OXID) y porcentaje de saturación de oxígeno (PSO) con una correlación de -0.9 ó 0.9, mientras que para el caso particular de *Pusa hispida* las variables que presentan una alta correlación son PSO y salinidad (SALI) y únicamente para seis especies las variables no presentan una alta correlación (Anexo 2). Por otra parte, el cuadro 4 muestra la correlación de variables de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN (Anexo 3), en el caso del la zona del Estrecho de Gibraltar no se realizó este análisis debido a que los valores de las variables obtenidos a partir de los puntos con una separación de 0.5° no son suficientes y se repiten, por tal motivo, tampoco fue posible realizar el análisis de partición recursiva para esta zona.

Cuadro 4. Correlación de variables de las Áreas de importancia para los mamíferos marinos de AN (FOSF= fosfatos, NITR= nitratos, SILI= silicatos, OXID= oxígeno disuelto, PSO= porcentaje de saturación de oxígeno, UAO= utilización aparente del oxígeno, TEMP= temperatura, SALI= salinidad).

Áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN	Correlación de variables
Azores	PSO y SALI
Bahía de Vizcaya	NITR, SILI y OXID
Cabo Verde-Islas Canarias	TEMP y PSO
Costa de Estados Unidos-Canadá	FOSF, OXID y SALI
Golfo de México-Barbados	FOSF y PSO
Mar del Norte	PSO
Norte de Irlanda	UAO y SALI
Sur de Gran Bretaña	OXID y PSO

Los análisis de partición recursiva mostraron que las variables que influyen en la distribución de las especies se pueden repetir entre las especies; sin embargo, los valores que cada una tome dependerá de cada especie (Anexo 1). Por otro lado, la figura 8 muestra que si se compara la contribución total de cada variable de cada especie no es posible identificar una combinación de variables que influya o que este determinando la distribución de todas las especies de mamíferos marinos del AN (para ver con mayor precisión la contribución de cada variable que se muestran en la figura 8 ver el Anexo 4). No obstante, se puede observar que en la mayoría de las especies las variables que presenta las contribuciones más altas son batimetría (BATI), nitratos (NITR), silicatos (SILI) y temperatura (TEMP).

Los resultados de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN muestran, al igual que con los de cada una de las especies, que no existe una combinación de variables que se comparta entre cada área (fig. 9, ir al Anexo 5 para observar con mayor precisión la contribución de cada variable); no obstante, las variables BATI y TEMP se pueden encontrar en la mayoría de las áreas. El cuadro 5 muestra la combinación de variables que caracterizan a cada una de estas zonas y su porcentaje explicativo de riqueza. Por otro lado, el Anexo 6 muestra los valores de cada una de las variables que caracterizan a las áreas de importancia, así como su probabilidad acumulada y la contribución que cada tiene cada variable (fig. 9).

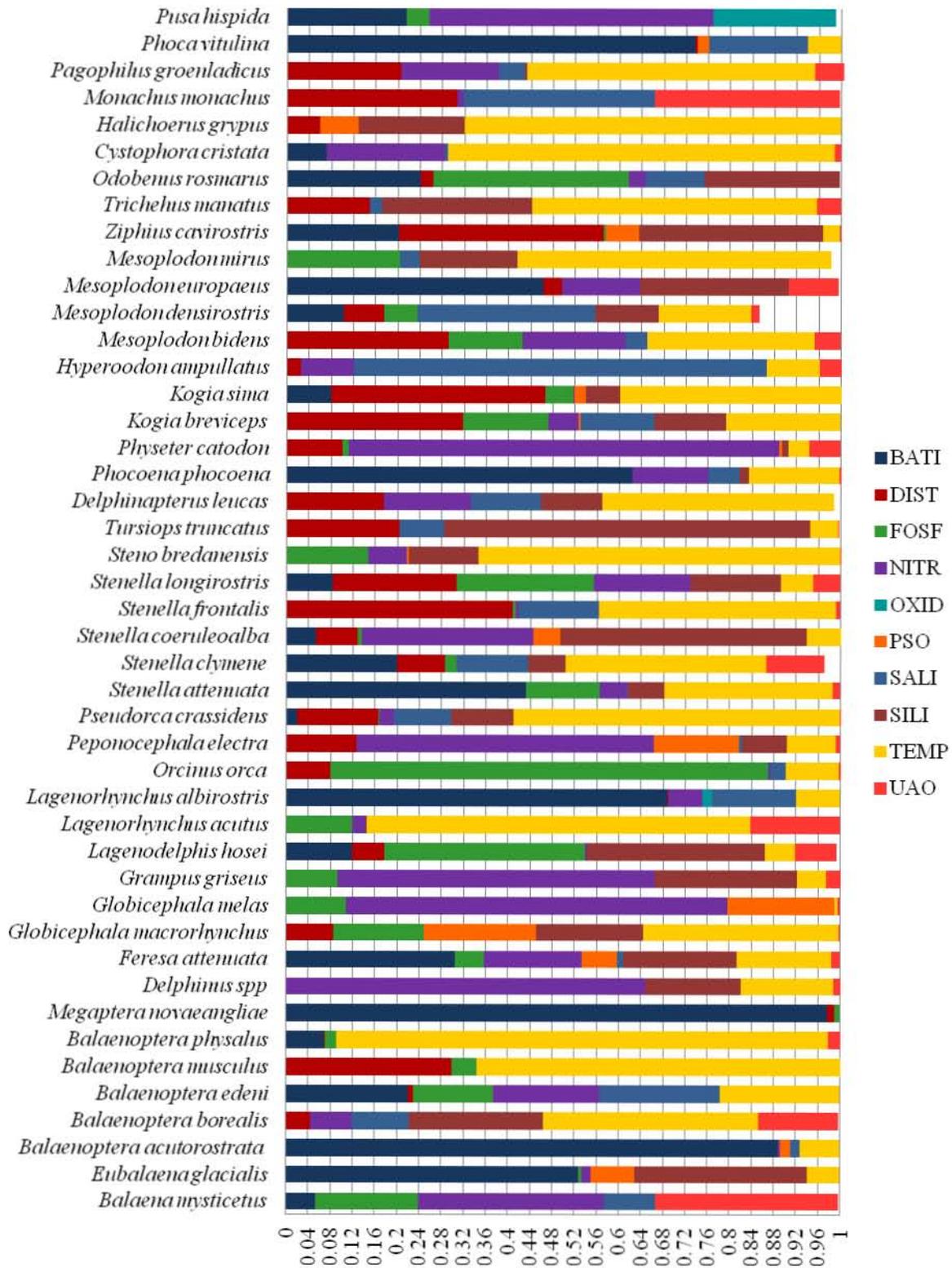


Figura 8. Comparación de las contribuciones totales de cada variable de los mamíferos marinos del Atlántico Norte (Distancia a la tierra= DIST, Batimetría= BATI, Fosfatos= FOSF, Nitratos= NITR, Silicatos= SILI, Oxígeno disuelto= OXID, Porcentaje de saturación de Oxígenos= PSO, Utilización aparente del Oxígenos= UAO, Salinidad= SALI y Temperatura= TEMP).

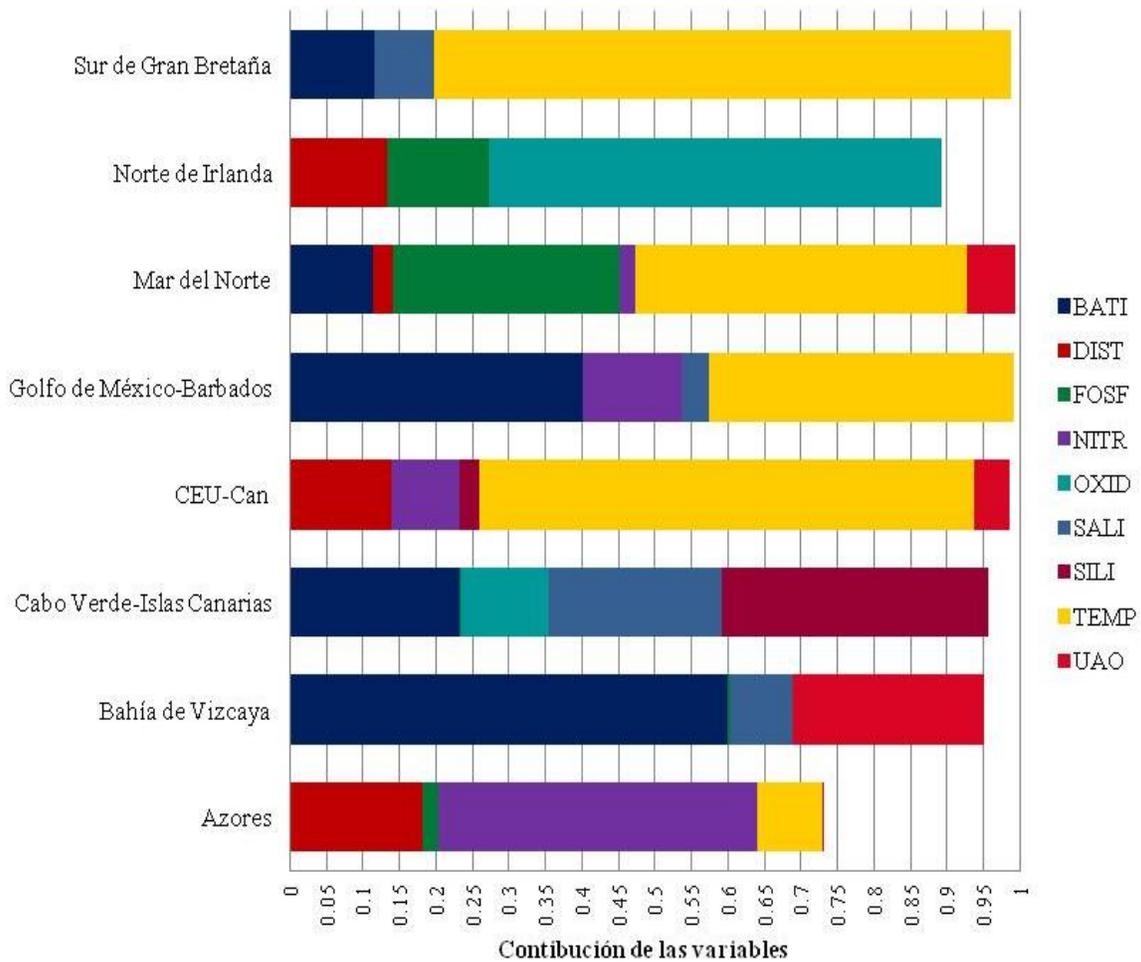


Figura 9. Comparación de la contribución total por área de importancia de los mamíferos marinos Atlántico Norte. La variable PSO no se encuentra en ninguna de estas áreas (Distancia a la tierra= DIST, Batimetría= BATI, Fosfatos= FOSF, Nitratos= NITR, Silicatos= SILI, Oxígeno disuelto= OXID, Porcentaje de saturación de Oxígeno= PSO, Utilización aparente del Oxígeno= UAO, Salinidad= SALI y Temperatura= TEMP).

Cuadro 5. Combinación de variables que hacen posible que estas áreas sean de importancia para los mamíferos marinos del AN gracias a su porcentaje explicativo de la riqueza de cada una de las áreas (Batimetría= BATI, Distancia a la tierra= DIST, Fosfatos= FOSF, Nitratos= NITR, Oxígeno disuelto= OXID, Porcentaje de saturación de Oxígeno= PSO, Salinidad= SALI, Silicatos= SILI, Temperatura= TEMP y Utilización aparente del Oxígeno= UAO).

Zona	Variables	Porcentaje explicativo de la riqueza
Azores	DIST, NITR y TEMP	70.78%
Bahía de Vizcaya	BATI y UAO	86.15%
Cabo Verde-Islas Canarias	BATI, SALI y SILI	83.21%
CEU-Can	DIST y TEMP	81.69%
Golfo de México-Barbados	BATI y TEMP	81.74%
Mar del Norte	BATI, FOSF y TEMP	87.88%
Norte de Irlanda	OXID	61.87%
Sur de Gran Bretaña	TEMP	79.04%

Los patrones ecológicos identificados a partir del análisis de componentes principales para todas las especies de mamíferos marinos del AN, muestran dos grupos principales, uno que se localiza a la derecha de la gráfica (fig. 10) y que se encuentra formado por *Halichoerus grypus*, *Lagenorhynchus albirostris*, *Pagophilus groenlandicus*, *Phocoena phocoena*, *Cystophora cristata*, *Mesoplodon bidens*, *Odobenus rosmarus*, *Balaena mysticetus*, *Balaenoptera borealis*, *Delphinapterus leucas*, *Pusa hispida* y *Phoca vitulia*, el segundo se localiza a la izquierda (fig. 11) y está conformado por *Steno bredanensis*, *Globicephala macrorhynchus*, *Stenella attenuata*, *Peponocephala electra*, *Feresa attenuata*, *Stenella longirostris*, *Mesoplodon densirostris*, *Trichechus manatus*, *Monachus monachus*, *Mesoplodon europaeus*, *Stenella clymene*, *Lagenodelphis hosei* y *Mesoplodon mirus*, mientras que las otras 20 especies restantes se encuentran compartidas entre los dos grupos (fig. 12). Estos dos grupos se encuentran definidos por cinco variables ambientales las cuales son la temperatura (temp), oxígeno disuelto (oxid), nitratos (nitr), silicatos (sili) y el porcentaje de saturación de oxígeno (pso, fig. 13). El conjunto de datos que se localiza en el centro abarca también las áreas de la derecha y la izquierda de la

gráfica. Se eligieron los dos primeros componentes porque explican el 55.61% de la varianza (Cuadro 6).

En el caso de los patrones ecológicos identificados para las áreas de importancia de los mamíferos marinos del AN, se observan dos principales grupos el primero (fig. 14) se encuentra conformado por Azores, Golfo de México-Barbados, Estrecho de Gibraltar, Cabo Verde-Islas Canarias y Bahía de Vizcaya y el segundo (fig. 15) por Sur de Gran Bretaña, Norte de Irlanda y Mar del Norte, mientras que el área de Costa de Estados Unidos-Canadá se localiza por todas partes sin formar parte de ninguno de los dos grupos que se identificaron (fig. 16). Estos patrones se encuentran definidos por la temperatura (TEMP), oxígeno disuelto (OXID), nitratos (NITR) y silicatos (SILI, fig.17). Al igual que con todas las especies, también se eligieron los dos primeros componentes principales que explican el 55.78% de la varianza (Cuadro 7).

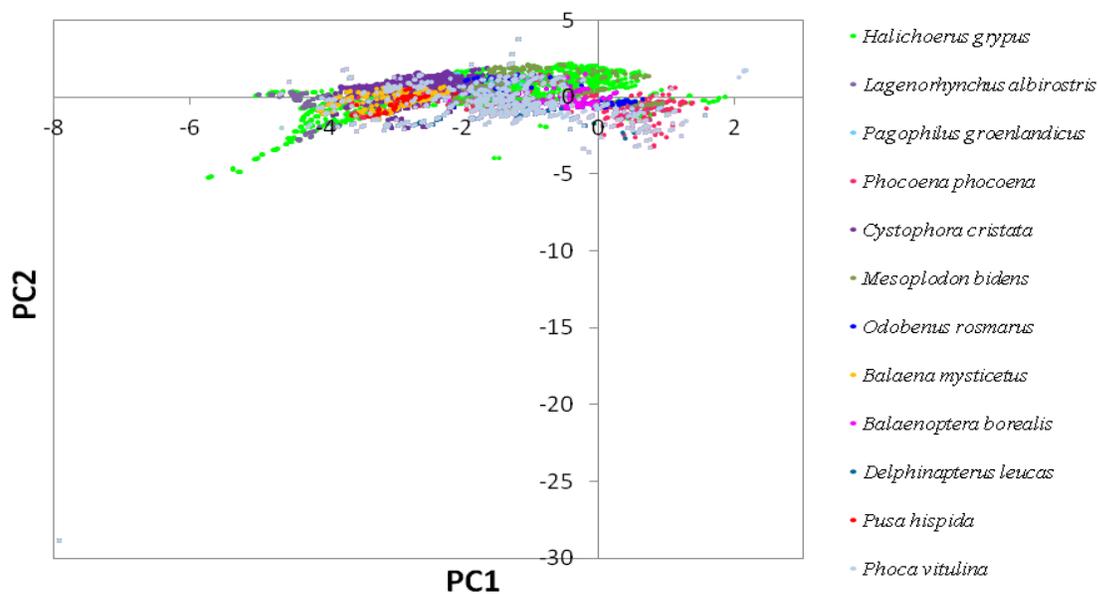


Figura 10. Patrones ecológicos para las especies de mamíferos marinos del AN obtenidos a partir del análisis de componentes principales.

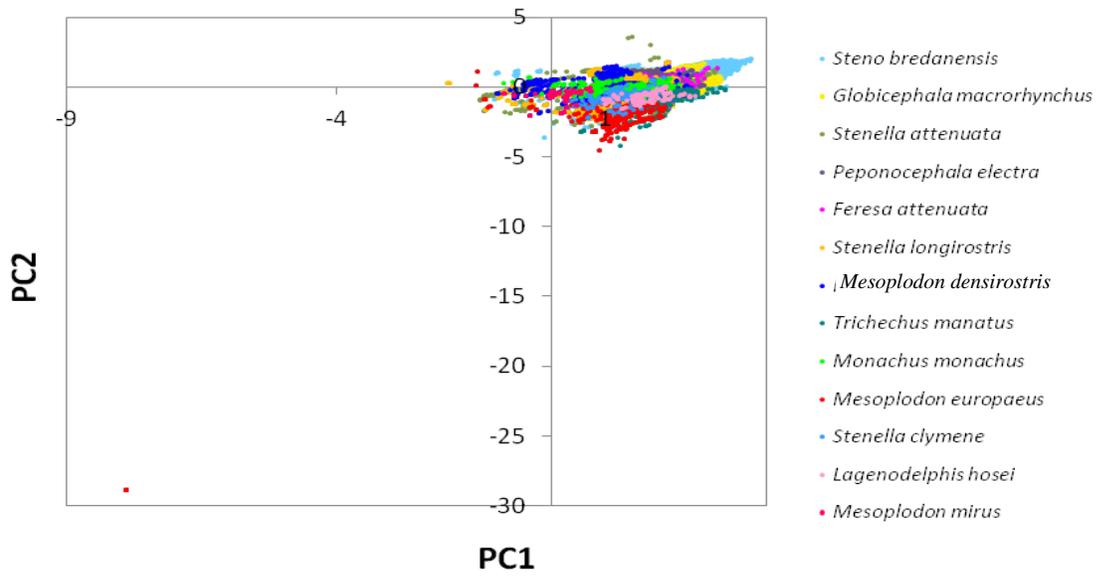


Figura 11. Patrones ecológicos para las especies de mamíferos marinos del AN obtenidos a partir del análisis de componentes principales.

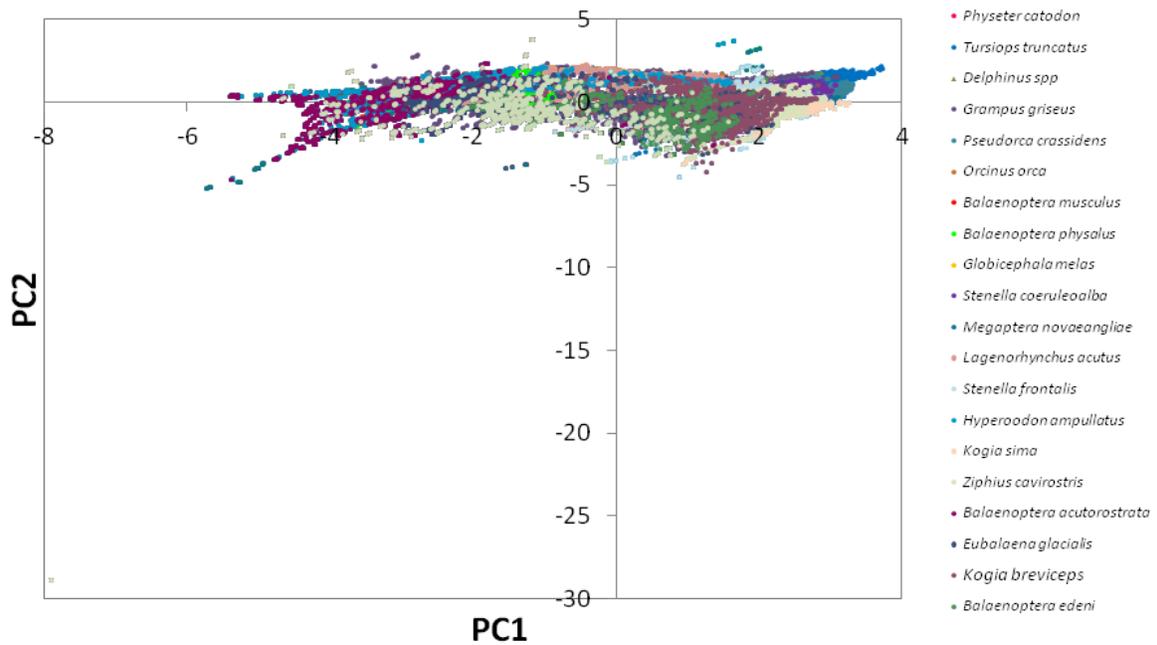


Figura 12. Patrones ecológicos para las especies de mamíferos marinos del AN obtenidos a partir del análisis de componentes principales.

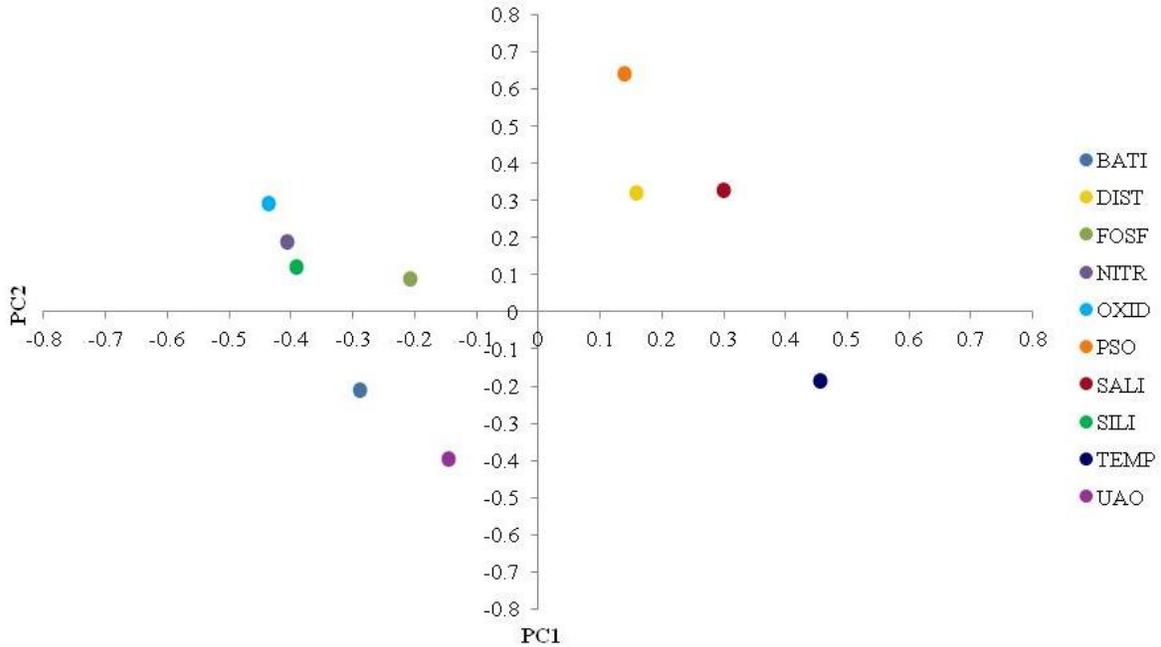


Figura 13. Grafica de loadings obtenida a partir del análisis de componentes principales. Variables ambientales que definen los patrones ecológicos de los mamíferos marinos del AN (Batimetría= BATI, Distancia a la tierra= DIST, Fosfatos= FOSF, Nitratos= NITR, Oxígeno disuelto= OXID, Porcentaje de saturación de Oxígeno= PSO, Salinidad= SALI, Silicatos= SILI, Temperatura= TEMP y Utilización aparente del Oxígeno= UAO).

Cuadro 6. Varianza y porcentaje acumulado de cada uno de los componentes principales para todas las especies de mamíferos del AN.

Componentes principales	Varianza	Porcentaje acumulado (%)
PC1	0.3976	39.76
PC2	0.1585	55.61
PC3	0.129	68.5
PC4	0.1045	78.95
PC5	0.08764	87.715
PC6	0.04369	92.084
PC7	0.03534	95.618
PC8	0.02818	98.436
PC9	0.01492	99.928
PC10	0.00072	100

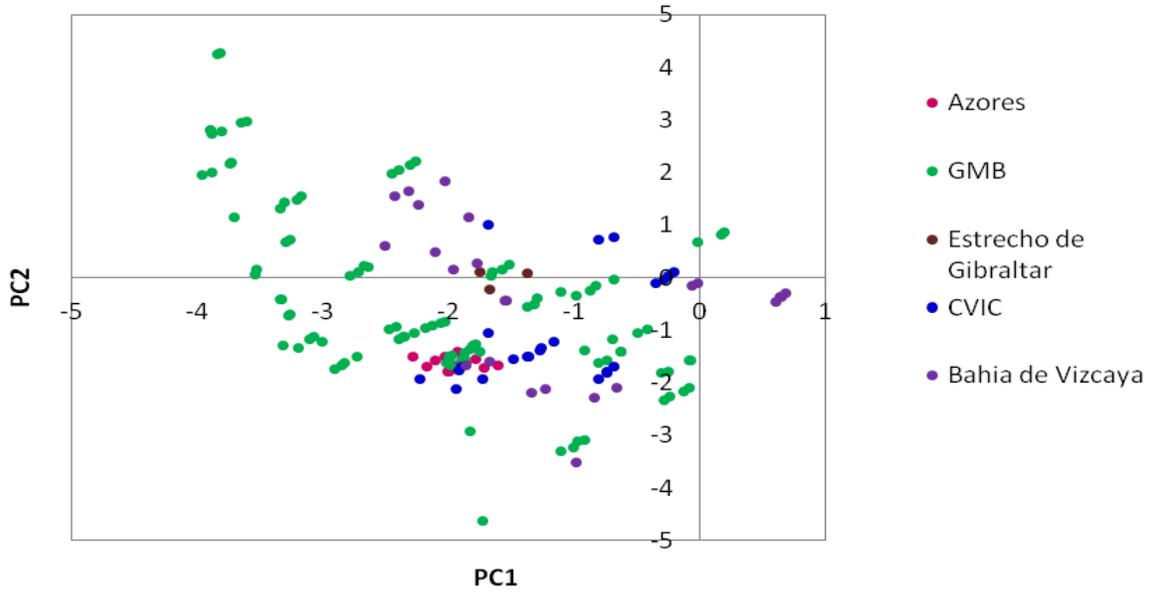


Figura 14. Primer grupo identificado que muestra un patrón ecológico a la derecha de la grafica de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN obtenidos a partir del análisis de componentes principales y que se encuentra conformado por las áreas Azores, Golfo de México-Barbados (GMB), Estrecho de Gibraltar, Cabo Verde-Islas Canarias (CVIC) y Bahía de Vizcaya.

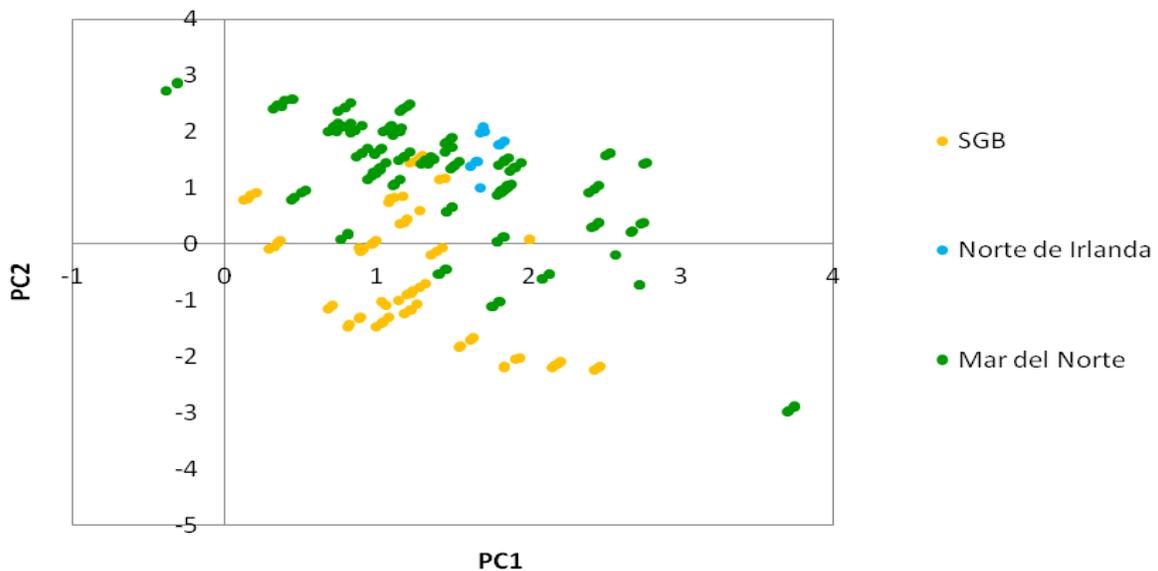


Figura 15. Segundo grupo identificado que muestra un patrón ecológico a la izquierda de la grafica de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN obtenidos a partir del análisis de componentes principales y que se encuentra conformado por las áreas Sur de Gran Bretaña, Norte de Irlanda y Mar del Norte.

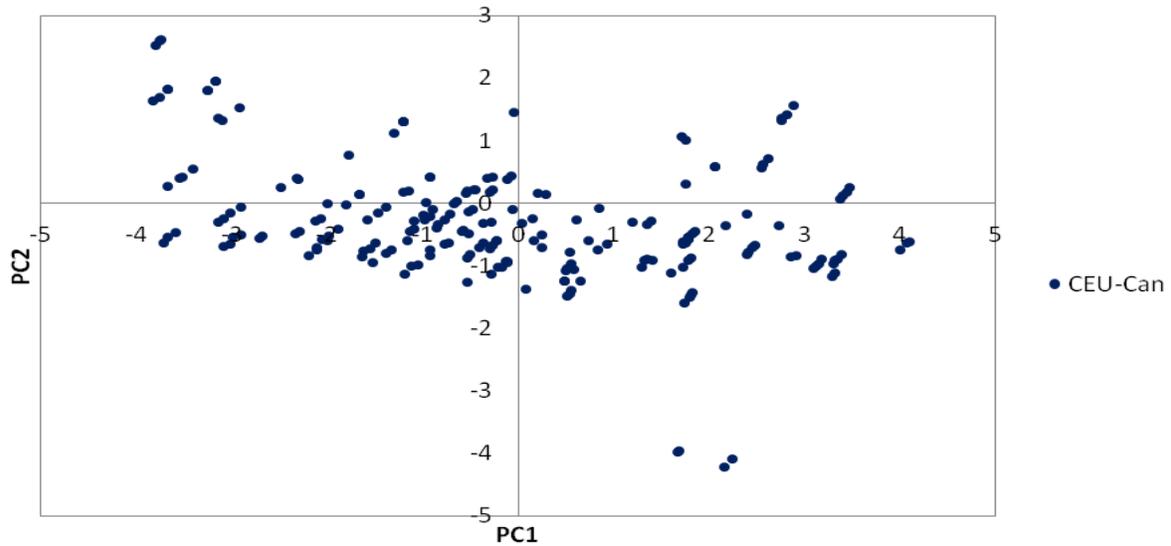


Figura 16. Costa de Estados Unidos-Canadá (CEU-Can) que no forma parte de ninguno de los dos grupos, sino que los abarca a los dos.

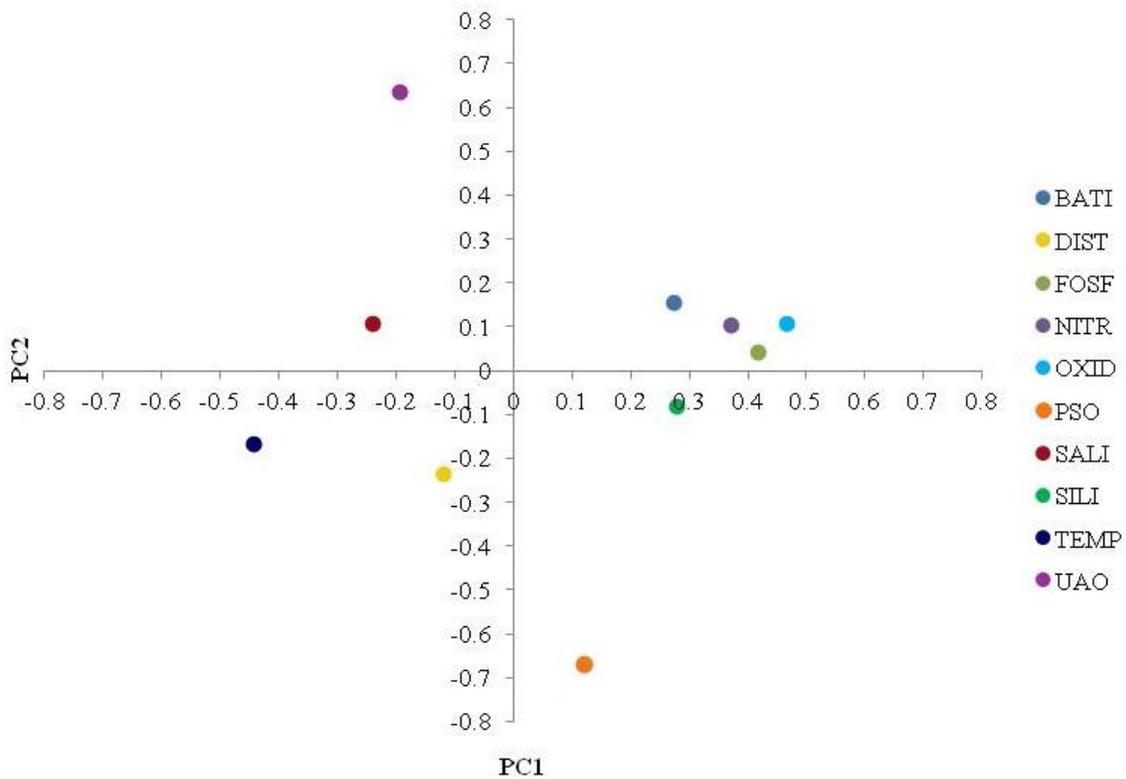


Figura 17. Grafica de loadings obtenida a partir del análisis de componentes principales. Variables ambientales que definen los patrones ecológicos de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN (Batimetría= BATI, Distancia a la tierra= DIST, Fosfatos= FOSF, Nitratos= NITR, Oxígeno disuelto= OXID, Porcentaje de saturación de Oxígeno= PSO, Salinidad= SALI, Silicatos= SILI, Temperatura= TEMP y Utilización aparente del Oxígeno= UAO).

Cuadro 7. Varianza y porcentaje acumulado de cada uno de los componentes principales de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN.

Componentes principales	Varianza	Porcentaje acumulado (%)
PC1	0.3671	36.71
PC2	0.1961	55.78
PC3	0.1463	70.41
PC4	0.1288	83.29
PC5	0.1011	93.41
PC6	0.03534	96.939
PC7	0.01961	98.9
PC8	0.00982	99.883
PC9	0.00092	99.975
PC10	0.00025	100

Discusión

- Base de datos

La base de datos generada de las especies de mamíferos marinos registradas en el AN es una muestra de la importancia que ha tenido el desarrollo de redes de información de la biodiversidad (RIB, i.e., Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, Global Biodiversity Information Facility, SpeciesLink, Ocean Biogeographic Information System, Mammal Networked Information System) para la recopilación de datos primarios (registros puntuales de la ubicación de los individuos de una especie en un lugar y tiempo, Peterson *et al.* 2002, 2011, Olguín-Monroy 2010) de todas las especies conocidas actualmente, así como de garantizar que esta información esté disponible para todo público (Escalante *et al.* 2000, Peterson *et al.* 2003, Murphey *et al.* 2004, Soberón & Peterson 2004, Hortal *et al.* 2007).

La información que se encuentra disponible en las RIB es propensa a tener errores en cuanto a la clasificación taxonómica de las especies, no contar con los datos suficientes o en algunos casos ser incluso inexistente (Soberón & Peterson 2004, Hortal *et al.* 2007), este fue uno de los problemas que se presentó al momento de recopilar y depurar la base de datos, ya que mucha de la información que se encuentra disponible para mamíferos marinos tiende a ser incompleta o inexistente. Para complementar la información de las RIB se utilizaron registros contenidos en colecciones y en la literatura científica como ha sido propuesto en otros trabajos (Escalante *et al.* 2000).

Otra dificultad que se presentó fue la falta de georreferencias de las fuentes de información consultadas. Algunos autores han propuesto georreferenciar los datos con la ayuda de gaceteros electrónicos (Murphey *et al.* 2004, Sua *et al.* 2004). Sin embargo, en este caso la mayoría de los datos que contaban con información del lugar de avistamiento hacían referencia a la localidad en tierra y que al momento de ser georreferenciados los registros fueron eliminados al caer en tierra. Esto se debe a la dificultad de encontrar que en el mar no hay puntos de referencia tan claros como ocurre en tierra que puedan ser usados para que se lleve a cabo la georreferenciación.

A pesar de las limitaciones que se han encontrado en las RIB, se ha hecho un gran esfuerzo por contar con la información suficiente para cada una de las especies (e.g., 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.

- *Modelos de nicho ecológico (MNE) y patrones de riqueza*

Los MNE obtenidos mediante GARP muestran que son, en su mayoría, una buena aproximación que nos manifiestan las zonas que pueden ser y que son ocupadas por las especies de mamíferos marinos del AN. En algunos casos los modelos obtenidos pueden ser considerados como buenos, ya que son capaces de predecir las áreas de grupos considerados poblaciones en las que se encuentran divididas algunas especies (Godwin 1990) o la distribución de algunas especies que se ha visto que presentan una distribución fragmentada causada por actividades humanas (caza, pesca, contaminación, Bonner 1978, Godwin 1990, Israëls 1992, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008). En el caso de las especies que presentan una distribución fragmentada, se puede observar que dicha fragmentación del hábitat puede deberse no sólo a la actividad humana, sino también a factores ambientales (batimetría, distancia a la tierra).

En algunos casos la predicción podría considerarse como sobrepredicción. Sin embargo, en el caso particular de *Eubalaena glacialis*, de la cual se sabe que históricamente presentaba dos poblaciones, una que se distribuye en la costa de América y otra que se distribuía en la costa de Europa (actualmente se considera como extinta, Schevill & Moore 1983, Brown 1986, IWC 1986, Mead 1986, Mitchell *et al.* 1986, Reeves & Mitchell 1986, Kraus 1990, Moses & Finn 1997, Caswell *et al.* 1999, COSEWIC 2003, Kraus *et al.* 2005),

el MNE muestra que, aunque sólo se tengan registros de la costa de América, es capaz de predecir el área en las costas de Europa, lo que refleja que las distribuciones de las especies están influenciadas por un componente ambiental que puede llegar a ser independiente del componente geográfico (Peterson *et al.* 2011).

Por otra parte, si se observan los MNE para especies que presentan amplia distribución, los modelos resultan no ser buenos por presentar subpredicción con respecto a lo que se sabe de este tipo de especies. Esta disminución de la precisión del modelo puede deberse a que especies que presentan distribuciones geográficas amplias muestran una variabilidad ecológica mayor, es decir, que las especies se pueden localizar en una gran variedad de ambientes en distintas partes del espacio geográfico que ocupan (Peterson & Vargas-Barajas 1998), esto se debe en gran medida a que estas especies presentan subgrupos, por lo que si se modelan juntos se está sobreestimando la amplitud ecológica de estas especies, reduciendo la precisión del modelo (Peterson & Vargas-Barajas 1998, Stockwell & Peterson 2002); también existe la posibilidad de que las variables utilizadas no sean las adecuadas para representar la distribución geográfica de la especie y que existan otros factores que no fueron evaluados (Peterson *et al.* 2011).

GARP es un MNE muy bueno para predecir los registros de presencia de las especies, ya que tiende a reducir el error en las distribuciones predichas maximizando tanto la significancia como la precisión de los datos de entrada en la predicción; no obstante, debido al funcionamiento basado en un proceso iterativo, nunca se obtiene un mismo modelo, por lo que se debe generar una gran cantidad de modelos que representen la variabilidad que se puede obtener para poder evaluar los que resulten mejores a partir del análisis de los errores de omisión y comisión que presenten (Anderson *et al.* 2003).

El error de omisión (que en este caso se aceptó un mínimo del 2% [en la mayoría de las especies] y un máximo del 7% [para *Hyperoodon ampullatus* y *Orcinus orca*]) muestra que del total de puntos que se tiene para cada especie (considerando únicamente los registros espacialmente únicos) sólo algunos fueron descartados por el algoritmo al momento de realizar los modelos, dichos puntos entran en el error de omisión (subpredicción). La omisión de estos registros está dada por la incapacidad del modelo de encontrar conjuntos de reglas compatibles con las condiciones que presentan (Stockwell & Petes 1999). Esto se puede deber a que esos registros posiblemente están mal identificados

(taxonómica o geográficamente), o simplemente porque se trata de organismos fuera de su nicho ecológico (e.g., juveniles, migratorios) (Peterson *et al.* 2011).

El error de comisión es un error que permite predecir zonas en las que se presenten las condiciones ambientales idóneas para que se encuentren las especies, sin tener datos puntuales lo que puede llevar a la sobrepredicción (Anderson *et al.* 2003). En algunos casos dicho error puede predecir a la especie hermana o especies del mismo género, que requieren las mismas condiciones ambientales y por eso el modelo las predice (Peterson *et al.* 1999). A pesar de que el error de comisión puede tener un significado ecológico, en este caso no se consideró de esta forma debido a que el enfoque del trabajo es de tipo geográfico por lo que se buscó generar la distribución de las especies a partir de los MNE (Illoldi-Rangel & Escalante 2008). En este caso fue necesario considerar los factores que no forman parte del modelado eliminando la sobrepredicción obtenida en los modelos de las especies con base en las provincias propuestas por Longhurst (1998, 2006) que nos dan una idea de las características ambientales de las zonas que son ocupadas por las especies y no sólo considerar los mapas de distribución ya publicados (Jefferson *et al.* 1993, 2007, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008).

En cuanto al intervalo temporal que cubren la base de datos (datos biológicos) y las coberturas (datos geográficos), se trató de cubrir el mismo periodo (1955 a 2006) para evitar problemas de incongruencia temporal entre estos; sin embargo, se pueden tener datos de las especies que correspondan a datos no muy recientes (1955-1989) que puedan encontrarse dentro del área que cubren las coberturas y que las variables utilizadas no representen las condiciones ambientales favorables a las cuales las especies se encontraban. Tomando en cuenta esto, hay que tener en mente que un MNE nos da una idea de cómo se pueden estar distribuyendo las condiciones ambientales favorables en las que se encuentran las especies, que son proyectadas en el espacio geográfico para tener una representación lo más cercanamente posible de su distribución geográfica real (Peterson 2001, Ríos-Muñoz & Navarro-Sigüenza 2009). A pesar de esto, hay que tener presente que por más que se trato de cuidar la temporalidad de los datos no fue posible hacer que concordaran por completo los datos biológicos con los datos geográficos, debido a que la información que se encuentra disponible no cuenta con la información suficiente para poder hacer un trabajo más preciso.

La falta de transferibilidad de las condiciones ambientales superficiales a las diferentes profundidades (100 m, 200 m 300 m), puede deberse a que conforme aumenta la profundidad dichas condiciones van cambiando a lo largo de la columna de agua, un claro ejemplo es la temperatura, la cual cambia rápidamente a partir de aproximadamente los 150 m y continúa hasta los 1000 m de profundidad, esta capa de agua donde la temperatura pasa de 23°C a 5°C (en los trópicos) se conoce como termoclina (Lalli & Parsons 1997, Nybakken 2001, Pinet 2003, Castro & Huber 2008). Otro ejemplo es el oxígeno disuelto, el cual disminuye considerablemente en una franja que va de aproximadamente los 200 m hasta los 500 m de profundidad (zona de mínimo oxígeno, Lalli & Parsons 1997, Nybakken 2001, Pinet 2003, Castro & Huber 2008). Considerando estas posibles causas y que las coberturas disminuyen la cantidad de píxeles informativos (a causa de que conforme se aumenta la profundidad el área que cubren las coberturas va disminuyendo) haciendo que el número de datos de las especies que se puedan utilizar en la realización no es posible proyectar a diferentes profundidades y obtener un buen MNE para la mayoría de las especies de los mamíferos marinos del AN.

Los patrones de riqueza de los mamíferos marinos del AN concuerdan con las propuestas que se han hecho al dividir a los océanos en este y oeste considerando otras especies (moluscos, peces y crustáceos Briggs 1974). Las zonas de riqueza alta identificadas en este trabajo 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 (modelo 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 cetáceos y pinnípedos, dejando fuera a los sirenios (Kaschner *et al.* 2011). El segundo método identifica las zonas de riqueza alta a partir de la sobreposición de los mapas publicados de la distribución geográficas de los mamíferos marinos (Pompa *et al.* 2011), en este caso no se consideraron las variables ambientales que pueden estar influyendo en la distribución de las especies, y posiblemente, debido a esto no son capaces de identificar zonas que ya se han establecido como zonas de importancia para los mamíferos marinos, que si se identificaron mediante los MNE (e.g., Islas Azores). En este trabajo no se considero utilizar ninguno de los dos métodos debido en primer lugar, a que el modelo de RES utiliza variables ambientales que no abarcan el

periodo de tiempo que comprende la base de datos de los mamíferos marinos del AN, y en segundo lugar, a que si se utilizan únicamente mapas publicados, estos no consideran factores ambientales de manera explícita, sino que dependen de criterios conocidos únicamente por los especialistas y que son materialmente imposibles de contrastar (Rapoport & Monjeau 2003). No obstante, los trabajos realizados a partir de estos métodos muestran una buena aproximación de las áreas donde se presentan la mayor concentración de mamíferos marinos, no solo para el AN, sino también en todos los océanos, y en caso de ser considerados para otros análisis hay que tener en mente las limitaciones que presentan.

Los patrones de riqueza de los mamíferos marinos del AN muestran que las zonas establecidas como áreas de importancia para estas especies concuerdan con zonas de surgencia, productividad primaria y pesca. El área de Cabo Verde-Islas Canarias coincide con una de las tres principales zonas de surgencia a nivel mundial que se localiza en la costa oeste de África (Barton *et al.* 1998, Kinze 2001, Pinet 2003), la cual es generada por la Corriente de Canarias que es considerada como una zona de transición debido a que presenta aguas ricas en nutrientes y aguas oligotróficas haciendo posible que se presente una alta abundancia de peces, así como un aumento en las concentraciones de clorofila, convirtiéndola en una área de importancia no sólo para los mamíferos marinos, sino también para la industria pesquera (Barton *et al.* 1998, Pinet 2003).

La zona del Estrecho de Gibraltar también se caracteriza por ser una zona de concentración de nutrientes gracias a la entrada de aguas provenientes del Océano Atlántico hacia el Mar Mediterráneo (de Stephanis 2005). Esto hace posible que aquí se concentren un gran número de especies de cetáceos principalmente (Kinze 2001, de Stephanis 2005). Las zonas de Bahía de Vizcaya, Sur de Gran Bretaña, Norte de Irlanda y Mar del Norte, también son zonas donde se ha visto que la productividad primaria es importante gracias al aporte de nutrientes generado por surgencia que se presenta gracias a la Corriente del Atlántico Norte (Kinze 2001, Pinet 2003, Hutchinson & Hawkins 2004), se ha observado que tanto la concentración de nutrientes como la de clorofila que se presenta en estas zonas no es uniforme a lo largo del año sino que varían de una estación a otra (Dugdale 1985, Fraga *et al.* 1988, Botas *et al.* 1990, Frazel & Bernerian 1990, Fonselius 1996).

En la zona de las Azores se presenta una agregación de varias especies, como son mamíferos marinos, peces, tortugas marinas y aves, esto se debe a que la concentración de

nutrientes es elevada gracias a la Corriente de Azores (Klein & Siedler 1989), por tal motivo se ha considerado zona de alimentación y crianza para varias especies de mamíferos marinos, principalmente cetáceos, de los cuales se pueden observar entre 20 y 23 especies (Santos *et al.* 1995, Silva *et al.* 2002, 2003, Morato *et al.* 2008), que concuerda con la riqueza de las zonas de riqueza alta, aunque la composición biótica muestra que se pueden tener hasta 25 especies.

La zona Golfo de México-Barbados también se ve influenciada por corrientes oceanográficas (Corriente del Caribe, Corriente de las Antillas, Corriente de Yucatán, Corriente de Lazo y el giro Tamaulipeco, Brown *et al.* 1989, Lee *et al.* 1996, Andrade & Barton 2000, Würsig *et al.* 2000, Kennish 2001, Thorpe 2009, Wilkinson *et al.* 2009). En el caso particular del Golfo de México, la parte norte concuerda con la ecorregión del Golfo de México norte (Wilkinson *et al.* 2009), la cual se ve influenciada por los aportes de agua dulce de 37 ríos y en la cual se localizan un gran número de hábitats de crianza de peces, así como la “zona muerta” también conocida como Flower Garden (domos salinos superficiales) que son el resultado del aumento de material orgánico proveniente del río Misisipi y en el cual se localizan los arrecifes coralinos más septentrionales del Golfo de México, varias especies de peces tropicales, mantarrayas, tortugas y tiburones (Würsig *et al.* 2000, Wilkinson *et al.* 2009); esta zona también se ve influenciada por la Corriente de Lazo que interactúa con la plataforma poco profunda creando zonas de surgencia, dando lugar a un aumento en el fitoplancton y sostén a una gran actividad biológica, entre las cuales se encuentra a los mamíferos marinos, así como peces, reptiles e invertebrados marinos que se encuentran amenazados o en peligro de extinción (Wilkinson *et al.* 2009). En el caso de la parte central del área del Golfo de México-Barbados que se encuentra en el Golfo de México, se localiza en la ecorregión del Golfo de México sur (Wilkinson *et al.* 2009) que se ve influenciada por la Corriente de Lazo en la parte este debido a algunos giros de masas de agua que se desprenden de está, provocando un equilibrio de nutrientes en la plataforma (zona de surgencia impulsada por vientos, Wilkinson *et al.* 2009); esta zona alberga varias especies en riesgo, entre las cuales se encuentra *Trichechus manatus* (Würsig *et al.* 2000, Wilkinson *et al.* 2009). Si consideramos la composición biótica que presenta esta área de importancia, se puede observar que no concuerda con lo reportado por Ward & Moscrop (1999), ya que ellos reportan un mayor número de especies de mamíferos

marinos para esta zona que la que aquí se encuentra; sin embargo, hay que tomar en cuenta que ellos reportan una especie extinta (*Monachus tropicalis*) y una especie introducida (*Zalophus californianus*).

El área de la Costa de Estados Unidos-Canadá se ve influenciada principalmente por dos corrientes, la Corriente del Golfo y la Corriente de Labrador (Brown *et al.* 1989, Lee *et al.* 1996, Andrade & Barton 2000, Würsig *et al.* 2000, Kennish 2001, Proctor & Lynch 2005, Thorpe 2009), la segunda llega cargada de aguas ricas en nutrientes y oxígeno, mientras que la primera aporta calor, y que al momento de combinarse se crea una de las zonas más ricas en cuanto a biodiversidad y productividad en la tierra (Proctor & Lynch 2005). El hecho de que la Corriente del Golfo sea una corriente cálida trae como consecuencia que este calentamiento atraiga a varias especies de mamíferos marinos que se localizan principalmente en aguas profundas (*Physeter macrocephalus*, *Balaenoptera borealis* y *Grampus griseus*), así como también a peces tropicales y subtropicales, y aves marinas (Proctor & Lynch 2005). En esta área se localizan cinco de las ecorregiones propuestas por Wilkinson *et al.* (2009), que a pesar de presentar características diferentes que hacen posible diferenciar a estas ecorregiones comparten algunas especies de mamíferos marinos (principalmente ballenas), por tal motivo, la composición biótica que presenta esta área de importancia en comparación con las otras ocho es mucho más alta.

Las zonas de riqueza media y baja muestran que conforme nos acercamos a la parte central del AN la riqueza va disminuyendo, esto posiblemente se deba a que existe una limitante ecológico-geográfica, es decir, que las partes más alejadas a la costa no presenten 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 dos factores: 1) que dichas áreas presenten ciertas condiciones favorables para esas especies o 2) que sean zonas que las especies utilicen como paso al momento de migrar.

- *Caracterización ambiental y patrones ecológicos*

Se ha observado que las variables ambientales son un factor importante que influyen en la distribución de las especies (Grinnell 1917, Hutchinson 1957, Patten & Auble 1980, 1981, Soberón & Peterson 2005, Soberón 2007, Hirzel & Le Lay 2008, Soberón & Nakamura 2009, Peterson *et al.* 2011); no obstante, la correlación que puede existir entre las variables

ambientales en algunos casos suele ser muy alta, un ejemplo es la correlación que existe entre la temperatura y el oxígeno disuelto ya que en las zonas tropicales donde la temperatura superficial del agua es elevada la cantidad de oxígeno disuelto es mayor, mientras que en zonas polares el oxígeno disuelto en el agua del mar es menor (Levinton 2001).

Cada variable ambiental influye en mayor o menor proporción en la distribución de las especies y hay que tener en cuenta que todas las variables actúan como un conjunto y que la distribución de las especies no es posible con sólo una de ellas (Hutchinson 1957, Longhurst 1998, 2006, Peterson *et al.* 2011, Luna-Vega *et al.* 2012).

En el caso de los mamíferos marinos del AN es posible distinguir que la distribución de las especies se ve influenciada por un conjunto de variables que son únicas para cada una de las especies y que no es posible identificar una combinación de variables que influya de igual manera en la distribución de todas las especies, ni siquiera entre especies pertenecientes al mismo género, esto quiere decir que las variables ambientales influyen en la distribución de los mamíferos marinos del AN de manera exclusiva para cada uno. A pesar de esto, es posible identificar que existen variables que se pueden compartir entre las especies, esto no quiere decir si se tienen esas variables compartidas en todas las especies, dichas variables van a influir de igual manera en todas las especies.

Si observamos los resultados de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN, se puede ver el mismo fenómeno que ocurre con cada uno de los mamíferos marinos del AN, esto nos indica que el AN es una zona muy heterogénea debido a todas las corrientes marinas que tienen lugar en esta zonas, las cuales provocan que tanto concentración de nutrientes, la temperatura, la salinidad y otras condiciones ambientales que se encuentren ligadas a esas corrientes, varíen de un lugar a otro y de una estación del año a otra (Pinet 2003).

Si comparamos las variables que influyen en la distribución de todas las especies de mamíferos marinos del AN con los resultados obtenidos por Salazar-Bernal (2008), podemos ver que, a pesar de que trata únicamente a tres especies de cetáceos, concuerda en que la batimetría es una de las variables que influye en la distribución de las especies; sin embargo, a diferencia del análisis de componentes principales que se utiliza en dicho

trabajo, no se identifica qué combinación de variables hace posible la distribución de las especies.

El estudio de los patrones ecológicos ha sido de gran interés para varios investigadores en los últimos años (Nakazawa *et al.* 2004, Rojas-Soto *et al.* 2008, Schipper *et al.* 2008, Gutiérrez-Arellano 2012, Luna-Vega *et al.* 2012). Los patrones ecológicos encontrados para todas las especies de mamíferos marinos del AN muestran que la temperatura es una de las variables que más los define, ya que es posible identificar las especies que se localizan que se distribuyen principalmente en aguas frías y templadas, las de aguas tropicales y subtropicales, y por último, las de amplia distribución, compartiendo características con las de los otros dos grupos. El hecho de que se separen de esta manera las especies no necesariamente quiere decir que la temperatura del agua es una variable que determine dichos patrones, sino que, como sucede con las variables que influyen en la distribución de las especies las variables actúan en conjunto y que es en realidad esta combinación de factores es la que determina la presencia de las especies (Hutchinson 1957, Longhurst 1998, 2006, Peterson *et al.* 2011, Luna-Vega *et al.* 2012)

Si comparamos las variables que influyen en la distribución de las especies con las variables que definen a los patrones ecológicos podemos observar que existen variables que se comparten (temperatura, nitratos y silicatos), esto nos indica que estas variables no sólo influyen en la distribución de las especies, sino que también están determinando los patrones ecológicos de todos los mamíferos marinos del AN.

En el caso de los patrones ecológicos identificado en las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN se puede observar el mismo patrón que para las especies (áreas del grupo de zonas tropicales y subtropicales y otro grupo de áreas de zonas de aguas frías). El hecho de que el área de Costa de Estados Unidos-Canadá abarque a ambos grupos, se debe a que es un área que ecológicamente es muy heterogénea y por tal motivo es posible encontrar varias especies de mamíferos marinos distribuidos en ésta, ya que presenta condiciones idóneas para todas ellas. A diferencia de lo que ocurre cuando comparamos las variables que determinan los patrones ecológicos y las variables que caracterizan ambientalmente de todos los mamíferos marinos, se puede observar que en el caso de las áreas de importancia la única variables que se comparte es la temperatura que es

uno de los componentes utilizados en la determinación de las distribuciones de mamíferos marinos (Jefferson *et al.* 1993, 2007, Kinze 2001, Reeves *et al.* 2008)

Considerando la propuesta de Longhurst (1998, 2006), y prestando atención a los resultados obtenidos para cada una de las áreas de importancia, se puede observar que cada área se encuentra caracterizada ambientalmente por condiciones particulares haciendo posible que la composición biótica varíe entre ellas.

La base de datos de los mamíferos marinos del AN es una base que cuenta con registros muy recientes (1990-2006) y registros no tan recientes (1955-1989), los cuales pueden dar una idea de cómo ha ido cambiando la distribución de las especies sin necesidad de hacer análisis muy sofisticados. La realización de esta base de datos da una idea de lo difícil que es conseguir datos de especies marinas que cuenten con la información suficiente de las localidades donde se colectaron los ejemplares, y de lo complicado que resulta georreferenciar datos marinos.

Los modelos de nicho ecológicos resultan ser una buena herramienta, ya que nos dan una muy buena idea de cómo se comportan geográficamente y ecológicamente las especies de una manera indirecta, cabe señalar que poder ver este comportamiento en campo podría enriquecer aun más los resultados de trabajos como este, ya que no sólo permitiría tener una idea de que es lo que sucede, sino que podría ser comparable y ver si existen otros factores que estén determinando el comportamiento de las especies. También resulta útil la implementación de este tipo de herramientas, ya que el hecho de poder hacer proyecciones a diferentes profundidades pueden ampliar el conocimiento de la distribución de las especies marinas, debido a que no sólo se estaría analizando dicha distribución en dos dimensiones, sino que se puede trabajar en un plano tridimensional en el cual se encuentran varias especies marinas, en este caso se utilizaron a los mamíferos marinos del AN para los cuales dichas proyecciones no fueron tan funcionales; sin embargo, el hecho de ya poder identificar tres dimensiones abre una gran posibilidad de poder analizar las distribuciones de otras especies marinas (e.g., identificación de especies que no necesariamente estén asociadas a aguas superficiales).

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 en 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. En este caso, las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN, que se obtuvieron a partir de los patrones de riqueza, se definieron de esta manera ya que son las zonas que concentran la mayor riqueza de mamíferos marinos y se localizan en zonas que pueden beneficiar no sólo a los mamíferos marinos, sino también a otras especies que se distribuyan en ellas; no obstante, no podrían considerarse como zonas de conservación debido a que sería necesario realizar otros análisis, además de considerar la riqueza que en este trabajo se obtuvo, y de esta forma determinar si pueden ser o no consideradas como zonas de conservación.

La identificación de las variables nos ayuda a darnos cuenta de que la distribución de las especies se da gracias a un conjunto de variables que actúan todas como conjunto y que no sólo es una la que influye. La obtención de patrones ecológicos nos ayuda a identificar si existen variables ambientales que se puedan estar o no compartiendo entre las especies que se encuentren distribuidas en las mismas áreas, o en el caso de tener zonas de riqueza, observar si cada zona es ambiental mente única o comparten ciertas características. Además de esto, podemos observar que variables que por lo general se sabe que pueden influir en la distribución de las especies y que no siempre son consideradas como las principales (como es el caso de los nutrientes) son las primeras en separarse de todo un grupo de variables y que son complementadas con otras variables que por lo regular siempre son consideradas como las que definen la distribución de las especies (batimetría, temperatura y salinidad), aunque en algunos casos, si no es que en la mayoría, son las variables que contribuyen más en la definición de la distribución de los mamíferos marinos del AN.

Literatura citada

- Aguilar-Aguilar, R. & R. Contreras-Medina. 2003. La distribución de los mamíferos marinos de México: un enfoque panbiogeográfico. *in* J. Llorente-Bousquets and J. J. Morrone eds. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, métodos y aplicaciones. Las presas de ciencias, UNAM, México, D. F.
- Amat-García, G., A. Lopera-Toro & S. J. Amézquita-Melo. 1997. Patrones de distribución de escarabajos coprofagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en relicto del bosque altoandino, Cordillera oriental de Colombia. *Caldasia* 19:191-204.
- Anderson, R. P., M. Gómez-Laverde & A. T. Peterson. 2002. Geographical distributions of spiny pocket mice in South America: insights from predictive models. *Global Ecology and Biogeography* 11:131-141.
- Anderson, R. P., D. Lew & A. T. Peterson. 2003. Evaluating predictive models of species' distributions: criteria for selecting optimal models. *Ecological Modelling* 162:211-232.
- Andrade, C. A. & E. D. Barton. 2000. Eddy development and motion in the Caribbean Sea. *Journal of Geophysical Research* 105:26191-26201.
- Antonov, J. I., D. Seidov, T. P. Boyer, R. A. Locarnini, A. V. Mishonov, H. E. Garcia, O. K. Baranova, M. M. Zweng & D. R. Johnson. 2010. World Ocean Atlas 2009 Volume 2: Salinity. Pages 184 *in* S. Levitus ed. NOAA Atlas NEDIS 69. U. S. Gov. Printing Office, Washington, D. C.
- Arroyo, J., J. S. Carrión, A. Hampe & P. Jordano. 2008. La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales. Pages 29-70 *in* F. Valladares ed. Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante. Ministerio de Medio Ambiente. EGRAF, S. A., Madrid, España.
- Auil, N. E. 2004. Abundance & distribution trends of the West Indian Manatee in the coastal zone of Belize: implications for conservation. Master of Science, Texas A&M University, College Station, Texas, USA 83 pp.
- Bartholomew, J. E., E. Clark & P. H. Grimshaw. 1911. Atlas of zoogeography. John Bartholomew y Co., Edimburgo, UK.
- Barton, E. D., J. Arístegui, P. Tett, M. Cantón, J. García-Braum, S. Hernández-León, L. Nykjaer, C. Almeida, J. Almunia, S. Ballasteros, G. Basterretxea, J. Escánez, L. García-Weill, A. Hernández-Guerra, F. López-Laatzén, R. Molina, M. F. Montero, E. Navarro-Pérez, J. M. Rodríguez, K. Van Lenning, H. Vélez & K. Wild. 1998. The transition zone of the Canary Current upwelling region. *Progress in Oceanography* 41:455-504.
- Beers, J. R., D. M. Steven & J. B. Lewis. 1968. Primary productivity in the Caribbean Sea off Jamaica and the tropical North Atlantic off Barbados. *Bulletin of Marine Science* 18:86-104.
- Beger, M. & H. P. Possingham. 2008. Environmental factors that influence the distribution of coral reef fishes: modeling occurrence data for broad-scale conservation and management. *Marine Ecology Progress Series* 361:1-13.
- Behrenfeld, M. J., R. T. O'malley, D. A. Siegel, C. R. McClain, J. L. Sarmiento, G. C. Feldman, A. J. Milligan, P. G. Falkowski, R. M. Letelier & E. S. Boss. 2006. Climate-driven trends in contemporary ocean productivity. *Nature* 444:752-755.
- Bonde, R., A. A. Aguirre & J. Powell. 2004. Manatees as Sentinels of Marine Ecosystem Health: Are They the 2000-pound Canaries? *EcoHealth* 1:255-262.

- Bonner, W. N. 1978. Man's impact on seals. *Mammal Review* 8:3-13.
- Botas, J. A., E. Fernández, A. Bode & R. Anadon. 1990. A persistent upwelling off the Central Cantabrian Coast (Bay de Biscay). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30:185-199.
- Briggs, J. C. 1974. *Marine Zoogeography*. McGraw Hill, New York, USA.
- Briggs, J. C. 1995. *Global biogeography*. Elsevier, Arnoldsville, Georgia, USA.
- Briggs, J. C. 2007. Marine biogeography and ecology: invasions and introductions. *Journal of Biogeography* 34:193-198.
- Briggs, J. C. & Bowen, B. W. 2012. A realignment of marine biogeographic provinces with particular reference to fish distribution. *Journal of Biogeography* 39:12-30.
- Broecker, W. S. 1997. Thermohaline circulation, the achilles heel of our climate system: will man-made CO₂ upset the current balance?. *Science* 278: 1582-1588.
- Brown, S. G. 1986. Twentieth-century records of right whales (*Eubalaena glacialis*) in the northeast Atlantic Ocean. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 10: 121-127.
- Brown, E., A. Colling, D. Park, J. Phillips, D. Rothery & J. Wright. 1989. *Ocean circulation*. The Open University, Oxford, UK.
- Castelblanco-Martínez, D. N., I. Gómez Camelo & A. L. Bermúdez. 2005. Ecología y conservación del manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en la zona comprendida entre Puerto Carreño, Colombia y Puerto Ayacucho, Venezuela (2004-2005). Informe Técnico, Sirenian International INC, Frederichskburg, USA. 44 pp.
- Castrol, P. & Huber, M. E. 2008. *Marine Biology*. McGraw-Hill. New York, USA.
- Caswell, H., M. Fujiwara and S. Brault. 1999. Declining survival probability threatens the North Atlantic right whale. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 96:3308-3313.
- Colmenero-Rolón, L. D. C. 1991. Propuestas de un plan de recuperación para la población del manatí *Trichechus manatus* de México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 62:203-218.
- Colwell, R. K. & T. F. Rangel. 2009. Hutchinson's duality: The once and future niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:19651-19658.
- Cosewic (Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada). 2003. COSEWIC assessment and update status report on the North Atlantic right whale *Eubalaena glacialis* in Canada. Committee on the Status of Endangered Wildlife in Canada. Ottawa, Canada vii + 28 pp.
- Courbis, S. S. & G. a. J. Worthy. 2003. Opportunistic carnivory by Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*). *Aquatic Mammals* 29.1:104-107.
- De'ath, G. & K. E. Fabricius. 2000. Classification and regression trees: a powerful yet simple technique for ecological data analysis. *Ecology* 81:3178-3192.
- De Stephanis, R. 2005. Distribución espacial de cetáceos en el Estrecho de Gibraltar en función de parámetros oceanográficos en condiciones estivales. CIRSE, Laboratorio de ingeniería Acústica. Cadiz, España. 67 pp.
- De Thoisy, B., T. Spiegelberger, S. Rousseau, G. Talvy, I. Vogel & J.-C. Vié. 2003. Distribution, habitat, and conservation status of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in French Guiana. *Oryx* 37(4): 431-436.
- Deutsch, C. J. 1996. Movements and spatial use patterns of radio-tagged West Indian Manatees (*Trichechus manatus*) along the Atlantic coast of Florida and Georgia: a progress report. Progress Report submitted to the Florida Cooperative Fish and

- Wildlife Research Unit under Research Work Order No. 125. Gainesville, Florida, USA. 90 pp.
- Dugdale, R. C. 1985. The effects of varying nutrient concentration on biological production in upwelling regions. *CalCOFI Rep.* California, USA. 25:93-96.
- Dunteman, G. H. 1989. Principal components analysis. a SAGE University Paper, Newbury Park, California, USA.
- Ekman, S. 1935. Tiergeographie des meeres. Akademische Verlagsgesellschaft M. B. H., Leipzig, Alemania.
- Ekman, S. 1967. Zoogeography of the sea. Sidgwick & Jackson, Londres, UK.
- Elith, J., S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y. E. Chee & C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17:43-57.
- Elton, S. 1927. Animal Ecology. Sidgwick and Jackson, Londres, UK.
- Escalante, T., J. Llorente Bousquets, D. Espinosa-Organista & J. Soberon. 2000. Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en Biogeografía. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias* 24:325-341.
- Espinosa Organista, D., J. J. Morrone, J. Llorente Bousquets & O. Flores Villela. 2002. Introducción al análisis de patrones en biogeografía histórica. Las Presas de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Falcón-Matos, L., A. A. Mignucci-Giannoni, G. M. Toyos-González, G. D. Bossart, R. A. Meisner & R. A. Varela. 2003. Evidence of a shark attack on a West Indian Manatee (*Trichechus manatus*) in Puerto Rico. *Mastozoología Neotropical* 10:161-166.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). © 1990-2012. FAO Major Fishing Areas. ATLANTIC, NORTHEAST (Major Fishing Area 27). CWP Data Collection. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 11 December 2008. [Cited 31 May 2012]. <http://www.fao.org/fishery/area/Area27/en>.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations © 2004-2012. FAO Major Fishing Areas. Northwest Atlantic (Major Fishing Area 21). CWP Data Collection. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 1 October 2004. [Cited 31 May 2012]. <http://www.fao.org/fishery/area/Area21/en>.
- Figueroa Díaz Escobar, M. F. 1995. La variedad de masas corporales como medida alternativa de la diversidad de mamíferos de México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Finley, K. J. 1990. Isabella Bay, Baffin Island: an important historical and present-day concentration area for endangered bowhead whale (*Balaena mysticetus*) of the Eastern Canadian Arctic. *Arctic* 43:137-152.
- FIRMS (Fishery Resources Monitoring System). © 2011-2012. Fishery Resources Monitoring System (FIRMS). In: Fishery Resources Monitoring System (FIRMS) [online]. Rome. Updated 14 May 2012. [Cited 31 May 2012]. <http://firms.fao.org/firms/en>.
- Fonselius, S. 1996. The upwelling of nutrients in the central Skagerrak. *Deep-Sea Research II* 43:57-71.
- Forbes, E. 1856. Distribution of marine life, plate 31. *in* A. K. Johnston ed. The physical Atlas of natural phenomena. William Blackwood & Sons, Edinburgh, UK.

- Fraga, S., D. M. Anderson, I. Bravo, B. Reguera, K. A. Steidinger & C. M. Yentsch. 1988. Influence of upwelling relaxation on dinoflagellates and shellfish toxicity in Ria de Vigo, Spain. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 27:349-361.
- Frazel, D. W. & G. Bernerian. 1990. Distributions of chlorophyll and primary productivity in relation to water column structure in the eastern North Atlantic Ocean. *Global Biogeochemical Cycles* 40:241-251.
- Frisch Jordan, A. 1995. Hábitos y dietas de los mamíferos mexicanos como medida alternativa de la diversidad. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Gannon, J. G., K. M. Scolardi, J. E. Reynolds, J. K. Koelsch & T. J. Kessenich. 2007. Habitat selection by manatees in Sarasota Bay, Florida. *Marine Mammal Science* 23:133-143.
- García-Rodríguez, A. I., B. W. Bowen, D. Downing, A. A. Mignucci-Giannoni, M. Marmontel, R. A. Montoya-Ospina, B. Morales-Vela, M. Rudin, R. K. Bonde & P. M. McGuire. 1998. Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): how many populations and how many taxa? *Molecular Ecology* 7:1137-1149.
- García, H. E., R. A. Locarnini, T. P. Boyer, J. I. Antonov, O. K. Baranova, M. M. Zweng & D. R. Johnson. 2010a. World Ocean Atlas 2009 Volume 3: Dissolved oxygen, apparent oxygen utilization and oxygen saturation. *in* S. Levitus ed. NOAA Atlas NESDIS 70. U. S. Gov. Printing Office, Washington, D. C.
- García, H. E., R. A. Locarnini, T. P. Boyer, J. I. Antonov, M. M. Zweng, O. K. Baranova & D. R. Johnson. 2010b. World Ocean Atlas 2009, Volume 4: Nutrients (phosphate, nitrate and silicate). Pages 398 *in* S. Levitus ed. NOAA Atlas NESDIS 71. U. S. Government Printing Office, Washington, D. C.
- Gaston, K. J. 2000 Global patterns in biodiversity. *Nature* 405:220-227.
- Gill, T., G. Baur & A. E. Ortmann. 1897. The distribution of marine mammals. *Science* 5:955-958.
- Godwin, S. 1990. Seals. Mallard Press, New York, USA.
- Gosselin, J. F. 1994. Unusual southern occurrence of a juvenile bearded seal, *Erignathus barbatus*, in the St. Lawrence Estuary, Canada. *Marine Mammal Science* 10:480-483.
- Grinnell, J. 1917. The niche-relationships of the California thrasher. *The Auk* 34:427-433.
- Guralnick, R. P., J. Wiecek, R. Beaman & R. J. Hijman. 2006. BioGeomancer: automated georeferencing to map the world's biodiversity data. *PloS Biology* 4:1908-1909.
- Gutiérrez-Arellano, C. R. 2012. Diferencias estacionales e interpoblacionales en el nicho ecológico de *Oreothlypis ruficapilla* (Aves: Parulidae). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 64 pp.
- Haubold, E. M., C. J. Deutsch & C. Fonnesebeck. 2006. Final biological status review of the Florida manatee (*Trichechus manatus latirostris*) Florida Fish and Wildlife Conservation Commission. 16 pp.
- Hirzel, A. H. & G. Le Lay. 2008. Habitat suitability modelling and niche theory. *Journal of Applied Ecology* 45:1372-1381.

- Hortal, J., J. M. Lobo & A. Jiménez-Valverde. 2007. Limitations of Biodiversity Databases: Case Study on Seed-Plant Diversity in Tenerife, Canary Islands. *Conservation Biology* 21:853-863.
- Hutchinson, G. E. 1957. Concluding remarks. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology* 22:415-427.
- Hutchinson, S. and L. E. Hawkins. 2004. *Océanos*. Libros Cúpula, Barcelona, España.
- IHO (International Hydrographic Organization). 1953. Limits of oceans and seas. *Publicación especial No. 23*, Monte-Carlo, Mónaco.
- Iloldi-Rangel, P. & Escalante, E. T. 2008. De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Biogeografía* 3:7-12.
- Israëls, L. D. E. 1992. Thirty years of Mediterranean monk seal protection, a review. *Mededelingen* 28:3-65.
- International Whaling Commission (IWC). 1986. Report of the workshop on the status of right whales. *Report of the International Whaling Commission (Special Issue)* 10: 1-33.
- James, F. C., R. F. Johnston, N. O. Wamer, G. J. Niemi & W. J. Boecklen. 1984. The grinnellian niche of the Wood thrush. *American Naturalist* 124:17-47.
- Jefferson, T. A., S. Leatherwood & M. A. Webber. 1993. *FAO species identification guide. Marine mammals of the world*. FAO, Roma, Italia.
- Jefferson, T. A., M. A. Webber & R. L. Pitman. 2007. *Marine mammals of the world. A comprehensive guide to their identification*. Elsevier, Academic Press, Oxford, UK.
- Jiménez-Pérez, I. 2000. Los manatíes del río San Juan y los Canales de Tortuguero: *Ecología y conservación*. Amigos de la Tierra, San José, Costa Rica.
- Jiménez, I. 2005. Development of predictive models to explain the distribution of the West Indian manatee *Trichechus manatus* in tropical watercourses. *Biological Conservation* 125:491-503.
- Kaschner, K. 2004. *Modelling and mapping resource overlap between marine mammals and fisheries on a global scale*. Doctor of Philosophy, Faculty of Graduate Studies, Albert-Ludwigs Universität, Freiburg, Alemania 225 pp.
- Kaschner, K., D. P. Tittensor, J. Ready, T. Gerrodette & B. Worm. 2011. Current and Future Patterns of Global Marine Mammal Biodiversity. *PLoS ONE* 6:e19653.
- Kaschner, K., R. Watson, A. W. Trites & D. Pauly. 2006. Mapping world-wide distributions of marine mammals species using a relative environmental suitability (RES) model. *Marine Ecology Progress Series* 316:285-310.
- Kennish, M. J. 2001. *Practical handbook of marine science*. GRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Kinze, C. C. 2001. *Marine Mammals of the North Atlantic*. Princeton University Press, New Jersey, USA.
- Klein, B. & G. Siedler. 1989. On the origin of the Azores Current. *Journal of Geophysical Research* 94:6159-6168.
- Kraus, S. D. 1990. Rates and potential causes of mortality in North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). *Marine Mammal Science* 6:278-291.
- Kraus, S. D., M. W. Brown, H. Caswell, C. W. Clark, M. Fujiwara, P. K. Hamilton, R. D. Kenney, A. R. Knowlton, S. Landry, C. A. Mayo, W. A. McLellan, M. J. Moore, D. P. Nowacek, D. A. Pabst, A. J. Read & R. M. Rolland. 2005. North Atlantic right whales in crisis. *Science* 309:561-562.

- Lalli, C. M. & Parsons, T. R. 1997. Biological oceanography an introduction. Elsevier. Oxford, UK.
- Langtimm, C. A. & C. A. Beck. 2003. Lower survival probabilities for adult Florida manatees in years with intense coastal storms. *Ecological Applications* 13:257-268.
- Lee, T. N., W. E. Johns, R. J. Zantopp & E. R. Fillenbaum. 1996. Moored observations of western boundary current variability and thermohaline circulation at 26.5° N in the subtropical North Atlantic. *Journal of Physical Oceanography* 26:962-983.
- Levinton, J. S. 2001. Marine biology: function, biodiversity, ecology. Oxford University Press, New York, USA.
- Locarnini, R. A., A. V. Mishonov, J. I. Antonov, T. P. Boyer, H. E. Garcia, O. K. Baranova, M. M. Zweng & D. R. Johnson. 2010. World Ocean Atlas 2009, Volume 1: Temperature. *in* S. Levitus ed. NOAA Atlas NESDIS 8. U. S. Gov. Printing Office, Washington, D. C.
- Lomolino, M. V., B. R. Riddle & J. H. Brown. 2005. Biogeography. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
- Longhurst, A. R. 1998. Ecological geography of the sea. Academic Press, San Diego California, USA.
- Longhurst, A. R. 2006. Ecological geography of the sea. Elsevier. Londres, UK.
- Luna-Vega, I., O. Alcántara-Ayala, R. Contreras-Medina & C. A. Ríos-Muñoz. 2012. Ecological niche modeling on the effect of climatic change and conservation of *Ternstroemia lineata* DC. (Ternstroemiaceae) in Mesoamerica. *Botany* 90:637-650.
- MacArthur, R. H. 1972. Geographic ecology: patterns in the distribution of species. Harper & Row, Publishers, Inc, USA.
- MacLeod, C. D., L. Mandleberg, C. Schweder, S. M. Bannon & G. J. Pierce. 2008. A comparison of approaches for modelling the occurrence of marine animals. *Hydrobiologia* 612:21-32.
- MacLeod, C. D. 2009. Global climate change, range changes and potential implications for the conservation of marine cetaceans: a review and synthesis. *Endangered Species Research* 7:125-136.
- Mandleberg, L. 2004. A comparison of the predictive abilities of four approaches for modelling the distribution of cetaceans. Mres. Marine and Fisheries Science, University of Aberdeen, Aberdeen, UK. 54 pp.
- Martínez-Meyer, E. 2005. Climate change and biodiversity: some considerations in forecasting shifts in species' potential distributions. *Biodiversity Informatics* 2:42-55.
- Mead, J. G. 1986. Twentieth-century records of the right whales (*Eubalaena glacialis*) in the northwestern North Atlantic. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 10: 109-1119.
- Mignucci-Giannoni, A. A., R. A. Montoya-Ospina, J. J. Pérez-Zayas, M. A. Rodríguez-López & E. Williams Jr. 1999. New records of Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei*) for the Caribbean. *Aquatic Mammals* 25.1:15-19.
- Mitchell, E., Kozicki, V. M. & Reeves, R. R. 1986. Sighting of right whales, *Eubalaena glacialis*, on the Scotian Shelf, 1966-1973. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 10: 83-101.
- Morales-Vela, B. & L. D. Olivera-Gómez. 1997. Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del Estado de Quintana Roo, México.

- Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoolgía 68:153-164.
- Morales-Vela, B., J. A. Padill-Saldivar & A. A. Mignucci-Giannoni. 2003. Status of the manatee (*Trichechus manatus*) along the Northern and western coasts of the Yucatán Peninsula, México. *Caribbean Journal of Science* 39:42-49.
- Morato, T., D. A. Varkey, C. Damaso, M. Machete, M. Santos, R. Prieto, T. J. Pitcher & R. S. Santos. 2008. Evidence of a seamount effect on aggregating visitors. *Marine Ecology Progress Series* 357:23-32.
- Morrone, J. J. 2009. *Evolutionary biogeography: an integrative approach with case studies*. Columbia University Press, New York, USA.
- Morrone, J. J. & T. Ecalante. 2009. *Diccionario de Biogeografía*. Las Prensas de Ciencias, UNAM, México, D.F.
- Moses, E. & J. T. Finn. 1997. Using geographic information systems to predict North Atlantic right whale (*Eubalane glacialis*) habitat. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22:37-46.
- Murphey, P. C., R. P. Guralnick, R. Glaubitz, D. Neufeld & J. A. Ryan. 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). *PhyloInformatics* 3:1-29.
- Nakazawa, Y., A. T. Peterson, E. Martínez-Meyer & A. G. Navarro-Sigüenza. 2004. Seasonal niches of Nearctic-Neotropical migratory birds: implications for evolution of migration. *Auk* 121:610-618.
- Nybakken, J. W. 2001. *Marine biology: an ecological approach*. Benjamin Cummings, New York, USA.
- Olguín-Monroy, H. C. 2010. *Patrones biogeográficos de la mastofauna en los bosques tropicales perennifolios de Mesoamérica*. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F. 90 pp.
- Olivera-Gómez, L. D. & E. Mellink. 2005. Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, Mexico. *Biological Conservation* 121:127-133.
- Ormond, R. G., J. D. Gage & M. V. Angel. 1997. *Marine biodiversity: patterns and processes*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Patten, B. C. & G. T. Auble. 1980. Systems approach to the concept of niche. *Synthese* 43:155-181.
- Patten, B. C. & G. T. Auble. 1981. System theory of ecological niche. *The American Naturalist* 117:893-922.
- Peterson, A. T. 2001. Predicting species' geographic distributions based on ecological niche modeling. *The Condor* 103:599-605.
- Peterson, A. T., J. Soberon, R. G. Pearson, R. P. Anderson, E. Martínez-Meyer, M. Nakamura & M. B. Araújo. 2011. *Ecological niches and geographic distribution*. Monographs in Population Biology No. 49, Princeton, New Jersey, USA.
- Peterson, A. T., D. R. B. Stockwell & D. A. Kluza. 2002. Distributional prediction based on ecological niche modeling of primary occurrence data. Pages 617-623 in M. Scott, P. J. Heglund and M. L. Morrison eds. *Predicting species occurrences: issues of accuracy and scale*. Island Press, Washington D. C. USA.
- Peterson, A. T., Soberón, J. & Sánchez-Cordero, V. 1999. Conservatism of ecological niche in evolutionary time. *Science* 285:1265-1267.

- Peterson, A. T. & N. Vargas-Barajas. 1998. Diversidad ecológica de las charas pecho rayado (*Aphelocoma coerulescens*). Pages 305-313 in T. P. Rammamoorthy, R. Bye, A. Lot and J. Fa eds. Diversidad biológica de México: orígenes y distribución. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, México, D. F.
- Peterson, A. T., D. A. Vieglais, A. G. Navarro-Sigüenza & M. Silva. 2003. A global distributes biodiversity information network: building the world museum. Bulletin of the British Ornithological Club. 123A:186-196.
- Pianka, E. R. 1966. Latitudinal gradients in species diversity: a review of concepts. The American Naturalist 100:33-46.
- Pinet, P. R. 2003. Invitation to Oceanography. Jones and Bartlett, Sudbury, Massachusetts.
- Pompa, S., P. R. Ehrlich & G. Ceballos. 2011. Global distribution and conservation of marine mammals. Proceedings of the National Academy of Sciences 108:13600-13605.
- Proctor, N. S. & P. Lynch. 2005. A field guide to North Atlantic wildlife: marine mammals, seabirds, fish, and other sea life. Yale University, Yale. USA.
- R Core Team. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- Rahmstorf, S. 1995. Bifurcations of the Atlantic thermohaline circulation in response to changes in the hydrological cycle. Nature 378:145-149.
- Ramírez-Villegas, J & Jarvis, A. 2010. Downscaling global circulation model outputs: the delta method decision and policy analysis eworking paper No. 1. Centro Internaional dr Agricultura Tropical, Cali, Colombia.
- Rapoport, E. H. & Monjeau, J. A. 2001. Areografía. Pages 23-30. in J. Llorente-Bousquets and J. J. Morrone eds. Introducción a la biogeografía en Latinoamérica: teorías, métodos y aplicaciones. Las presas de ciencias, UNAM, México, D. F.
- Ray, C. E., F. Reiner, D. E. Sergeant & C. Nores. 1982. Notes on past and present distribution of the bearded seal, *Erignathus barbatus*, around the North Atlantic Ocean. Memorias do Museu do mar. Serie Zoologica 2:1-32.
- Ray, C. E. & A. E. Spiess. 1981. The Bearded Seal, *Erignathus barbatus*, in the Pleistocene of Maine. Journal of Mammalogy 62:423-427.
- Rees, R. R. & Mitchell, E. 1986. American pelagic whaling for right whales in the North Atlantic. Report of the International Whaling Commission (Special Issue) 10: 221-254.
- Reeves, R. R., E. Mitchell, A. Mansfield & M. Mclaughlin. 1983. Distribution and migration of the bowhead whale, *Balaena mysticetus*, in the Eastern North American Artic. Arctic 36:5-64.
- Reeves, R. R., B. S. Stewart, P. J. Clapham & J. A. Powell. 2008. Guide of marine mammals of the world. Knopf, Inc, New York, USA.
- Reid, J., G. B. Rathbun & J. R. Wilcox. 1991. Distribution patterns of individually identifiable West Indian Manatees (*Trichechus manatus*) in Florida. Marine Mammal Science 7:180-190.
- Reijnders, P., S. Brasseur, J. Van Der Toorn, P. Van Der Wolf, I. Boyd, J. Harewood, D. Lavigne & L. Lowry. 1993. Seals, fur seals, lions sea and walrus. Status survey and conservation action plan. IUCN, Chicago, USA.

- Ríos-Muñoz, C. A. & A. G. Navarro-Sigüenza. 2009. Efectos del cambio de uso de suelo en la disponibilidad hipotética de hábitat para los psitácidos de México. *Ornitología Neotropical* 20:491-509.
- Rodas-Trejo, J., E. I. Romero-Berny & A. Estrada. 2008. Distribution and conservation of the West Indian manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Catazajá wetlands of northeast Chiapas, México. *Tropical Conservation Science* 1:321-333.
- Rojas-Soto, O. R., E. Martínez-Meyer, A. G. Navarro-Sigüenza, A. Oliveras de Ita, H. Gómez De Silva & A. T. Peterson. 2008. Modeling distributions of disjunct populations of the Sierra Madre Sparrow. *Journal of Field Ornithology* 79:245-253.
- Rosa, R. 2010. Connecting biogeographic patterns with energy and resource availability in marine systems. Pages 63-105 in M. Gailis and Kalnin eds. *Biogeography*. Nova Science Publishers, Inc, New York, USA.
- Russo, J. M. & Zack, j. W. 1997. Downscaling GCM Output with a Mesoscale Model. *Journal of environmental Management* 49:19-29.
- Salazar-Bernal, E. D. C. 2008. Distribución de la orca (*Orcinus orca*), la orca falsa (*Pseudorca crassidens*) y el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) en el Pacífico Oriental Tropical y Golfo de México. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 79 pp.
- Santos, R. S., S. Hawkins, L. Rocha-Monteiro, M. Alves & E. J. Isidro. 1995. Case studies and reviews: Marine research, resources and conservation in the Azores. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 5:311-354.
- SAS Institute Inc. 2010. *JMP® 9 Modeling and Multivariate Methods*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Slater, P. L. 1897. On the distribution of marine mammals. *Science* 5:741-748.
- Schevill, W. E. & Moore, K. E. 1983. Townsend's unmapped North Atlantic right whales (*Eubalaena glacialis*). *Breviora* 476:1-8
- Schipper, J., J. S. Chanson, F. Chiozza, N. A. Cox, M. Hoffmann, V. Katariya, J. Lamoreux, A. S. L. Rodrigues, S. N. Stuart, H. J. Temple, J. Baillie, L. Boitani, T. E. Lacher, R. A. Mittermeier, A. T. Smith, D. Absolon, J. M. Aguiar, G. Amori, N. Bakkour, R. Baldi, R. J. Berridge, J. Bielby, P. A. Black, J. J. Blanc, T. M. Brooks, J. A. Burton, T. M. Butynski, G. Catullo, R. Chapman, Z. Cokeliss, B. Collen, J. Conroy, J. G. Cooke, G. a. B. Da Fonseca, A. E. Derocher, H. T. Dublin, J. W. Duckworth, L. Emmons, R. H. Emslie, M. Festa-Bianchet, M. Foster, S. Foster, D. L. Garshelis, C. Gates, M. Gimenez-Dixon, S. Gonzalez, J. F. Gonzalez-Maya, T. C. Good, G. Hammerson, P. S. Hammond, D. Happold, M. Happold, J. Hare, R. B. Harris, C. E. Hawkins, M. Haywood, L. R. Heaney, S. Hedges, K. M. Helgen, C. Hilton-Taylor, S. A. Hussain, N. Ishii, T. A. Jefferson, R. K. B. Jenkins, C. H. Johnston, M. Keith, J. Kingdon, D. H. Knox, K. M. Kovacs, P. Langhammer, K. Leus, R. Lewison, G. Lichtenstein, L. F. Lowry, Z. Macavoy, G. M. Mace, D. P. Mallon, M. Masi, M. W. Mcknight, R. A. Medellín, P. Medici, G. Mills, P. D. Moehlman, S. Molur, A. Mora, K. Nowell, J. F. Oates, W. Olech, W. R. L. Oliver, M. Oprea, B. D. Patterson, W. F. Perrin, B. A. Polidoro, C. Pollock, A. Powel, Y. Protas, P. Racey, J. Ragle, P. Ramani, G. Rathbun, et al. 2008. The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. *Science* 322:225-230.
- Sequeira, A., C. Mellin, D. Rowat, M. G. Meekan & C. J. A. Bradshaw. 2012. Ocean-scale prediction of whale shark distribution. *Diversity and Distributions* 18:504-518.

- Silva, M. A., R. Feio, R. Prieto, J. M. Gonçalves & R. S. Santos. 2002. Interactions between cetaceans and the tuna fishery in the Azores. *Marine Mammal Science* 18:893-901.
- Silva, M. A., R. Prieto, S. Magalhães, R. Cabecinhas, A. Cruz, J. M. Gonçalves & R. S. Santos. 2003. Occurrence and distribution of cetaceans in the waters around the Azores (Portugal), summer and autumn 199-2000. *Aquatic Mammals* 29.1:77-83.
- Simpson, G. G. 1964. Species density of North America recent mammals. *Systematic Zoology* 13:57-73.
- Soberón, J. 2007. Grinneallian and Eltonian niches and geographic distribution of species. *Ecology Letters* 10:1115-1123.
- Soberón, J. & M. Nakamura. 2009. Colloquium Papers: Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 106:19644-19650.
- Soberón, J. & A. T. Peterson. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity Informatics* 2:1-10.
- Soberon, J. & T. Peterson. 2004. Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 359:689-698.
- Stenseth, N. C., G. Ottersen, J. W. Hurrell & A. Belgrano. 2004. *Marine ecosystems and climate variation: The North Atlantic. A comparative perspective.* Oxford University Press, New York, USA.
- Stockwell, D. & D. Peters. 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *Int. J. Geographical Information Science* 13:143-158.
- Stockwell, D. R. B. & A. T. Peterson. 2002. Effects of sample size on accuracy of species distribution models. *Ecological Modelling* 148:1-13.
- Sua, S., R. D. Mateus & J. C. Vargas. 2004. Georreferenciación de registros biológicos y gacetero digital de localidades. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Thorpe, S. A. 2009. *Ocean Currents.* Elsevier, San Diego, USA.
- Towned, J. 2001. *Practical Statistics for Environmental and Biological Scientists.* John Wiley & Sons Ltd, New York, USA.
- Vermeij, G. J. 1978. *Biogeography and adaptation.* Harvard University Press, USA.
- Wallace, A. R. 1876. *The geographical distribution of animals.* Harper & Brothers Publishers, New York, USA.
- Ward, N. & A. Moscrop. 1999. Marine mammals of the wider Caribbean region: a review of their conservation. Paper presented at the Fourth Meeting of the Interim Scientific and Technical Advisory Committee to the Protocol Concerning Specially Protected Areas and Wildlife in the Wider Caribbean, 7. La Havana, Cuba. 25 pp.
- Wiley, E. O., K. M. Mcnyset, A. T. Peterson, C. R. Robins & A. M. Stewart. 2003. Niche modeling and geographic range predictions in the marine environment using a machine-learning algorithm. *Oceanography* 16:120-127.
- Wilkinson, T. A. C., E. Wiken, J. Bezaury Creel, T. F. Hourigan, T. Agardy, H. Herrmann, L. Janishevski, C. Madden, L. Morgan & M. Padilla. 2009. *Ecorregiones marinas de América del Norte.* Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, Canadá.
- Wilson, D. E. & D. M. Reeder. 2005. *Mammals species of the world. A taxonomic and geographic reference.* Johns Hopkins University Press, Baltimore, USA.

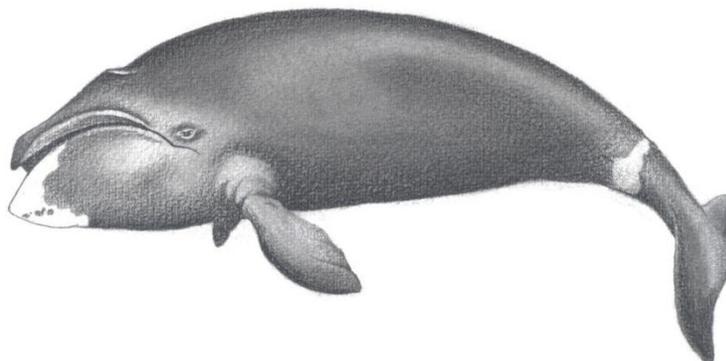
- Wright, I. E., J. E. Reynolds, B. B. Ackerman, L. I. Ward, B. L. Weigle and W. A. Szelistowski. 2002. Trends in manatee (*Trichechus manatus latirostris*) counts and habitat use in Tampa Bay, 1987-1994: implications for conservation. *Marine Mammal Science* 18:259-274.
- Würsig, B., T. A. Jefferson & D. J. Schmidly. 2000. *The marine mammals of the Gulf of Mexico*. Texas A&M University Press, Texas, USA.
- Zhang, H. & B. H. Singer. 2010. *Recursive partitioning and applications*. Springer, New York, USA.

Anexo 1. Modelos de nicho ecológico y combinación de variables ambientales que influyen en la distribución de cada una de las especies de mamíferos marinos del AN. Dibujos realizados ad hoc por Manuel Alberto Rosado.

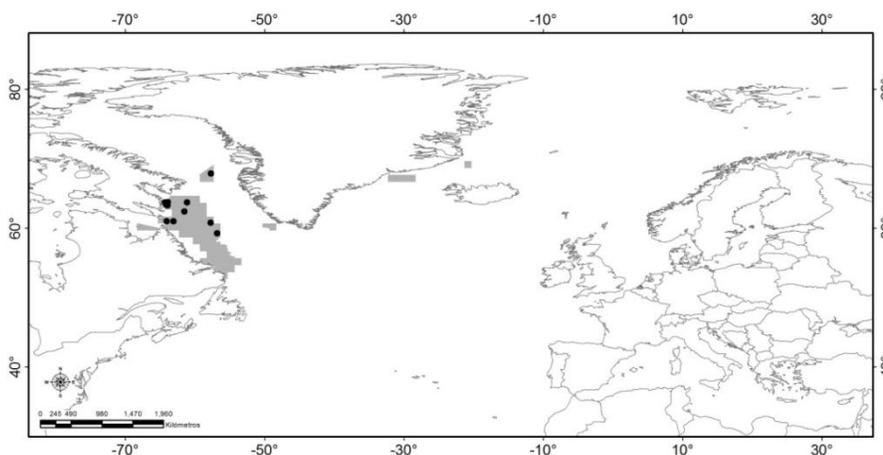
Balaena mysticetus Linnaeus, 1758

Ballena de Groenlandia

A)



B)

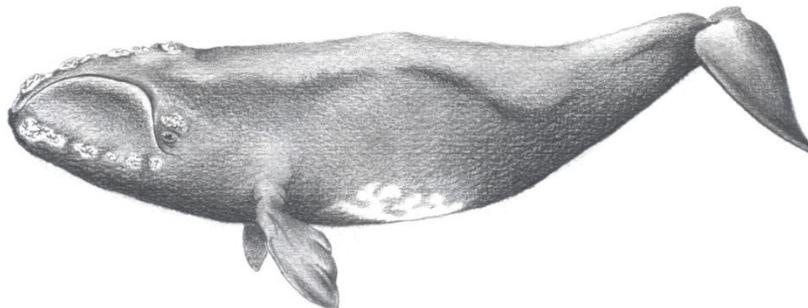


C)

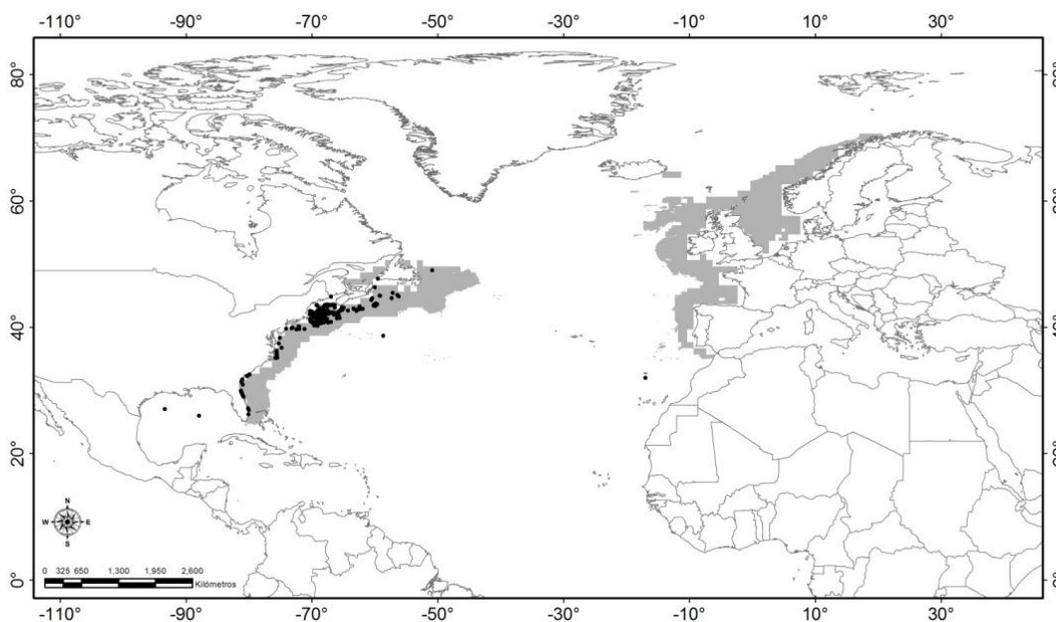
Variables	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.604	0.1198	0.1198
Nitratos < 6.528	0.4546	0.3348
UAO ≥ -0.064	0.7084	0.2538
Salinidad ≥ 31.976	0.7914	0.083
Fosfatos < 0.758	0.8578	0.0664
Batimetría ≥ -3097	0.9114	0.0536
UAO < 0.147	0.9434	0.032
UAO ≥ -0.052	0.9891	0.0457
Salinidad < 34.098	0.9976	0.0085

Figura 1. A) *Balaena mysticetus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

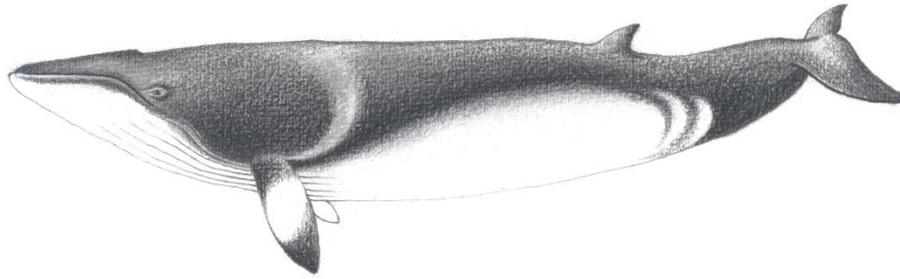


C)

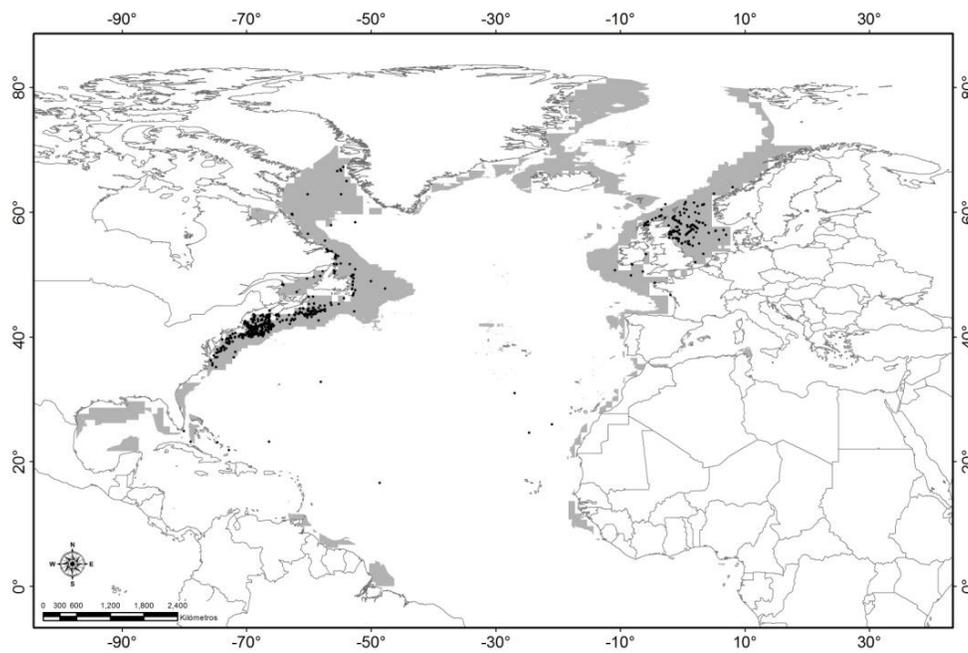
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -1925	0.5088	0.5088
Silicatos < 3.429	0.8163	0.3075
PSO ≥ 99.85	0.8957	0.0794
Temperatura < 26.96	0.9471	0.0514
Temperatura ≥ 0.284	0.9548	0.0077
Batimetría ≥ -1647	0.9746	0.0198
Nitratos < 5.353	0.9911	0.0165
Fosfatos ≥ 0.065	0.9966	0.0055
Silicatos ≥ 1.351	0.9997	0.0031

Figura 2. A) *Eubalaena glacialis*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

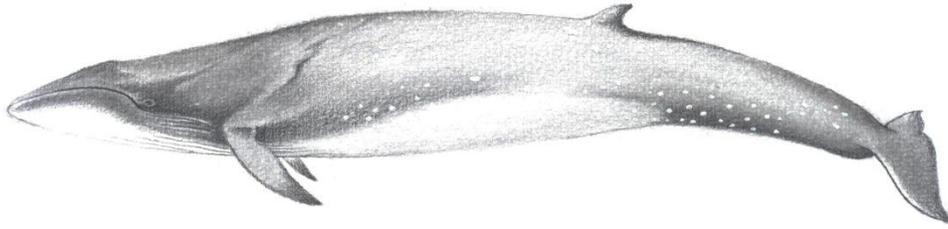


C)

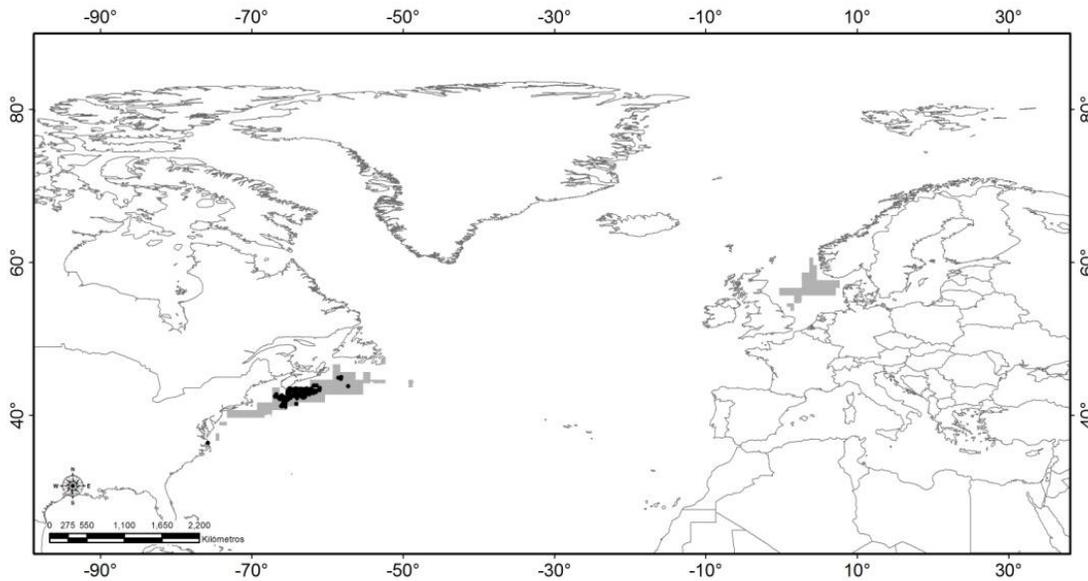
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -729	0.8272	0.8272
Temperatura < 26.521	0.8989	0.0717
Batimetría ≥ -367	0.9529	0.054
PSO ≥ 97.803	0.9712	0.0183
Salinidad < 35.314	0.9889	0.0177
Nitratos < 10.709	0.9933	0.0044
Batimetría ≥ -293	0.9989	0.0056
Batimetría < 7	0.9997	0.0008

Figura 3. A) *Balaenoptera acutorostrata*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

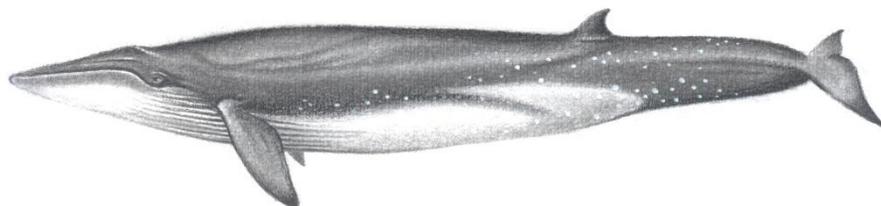


C)

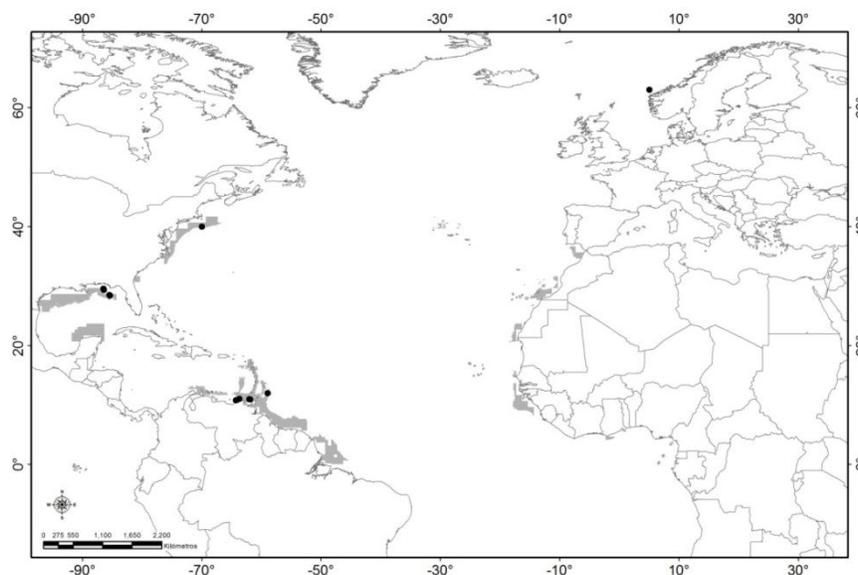
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad <33.953	0.1036	0.1036
Silicatos <2.681	0.3457	0.2421
UAO >=-0.193	0.4901	0.1444
Temperatura <13.079	0.6634	0.1733
Temperatura >=5.767	0.8776	0.2142
Nitratos <3.512	0.9526	0.075
Distancia a la tierra <374	0.9848	0.0322
Distancia a la tierra >=80	0.9963	0.0115

Figura 4. A) *Balaenoptera borealis*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

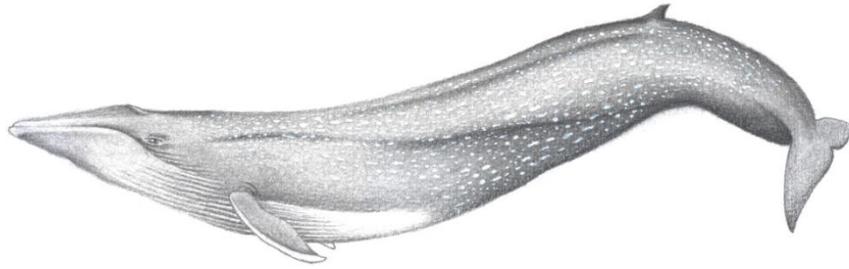


C)

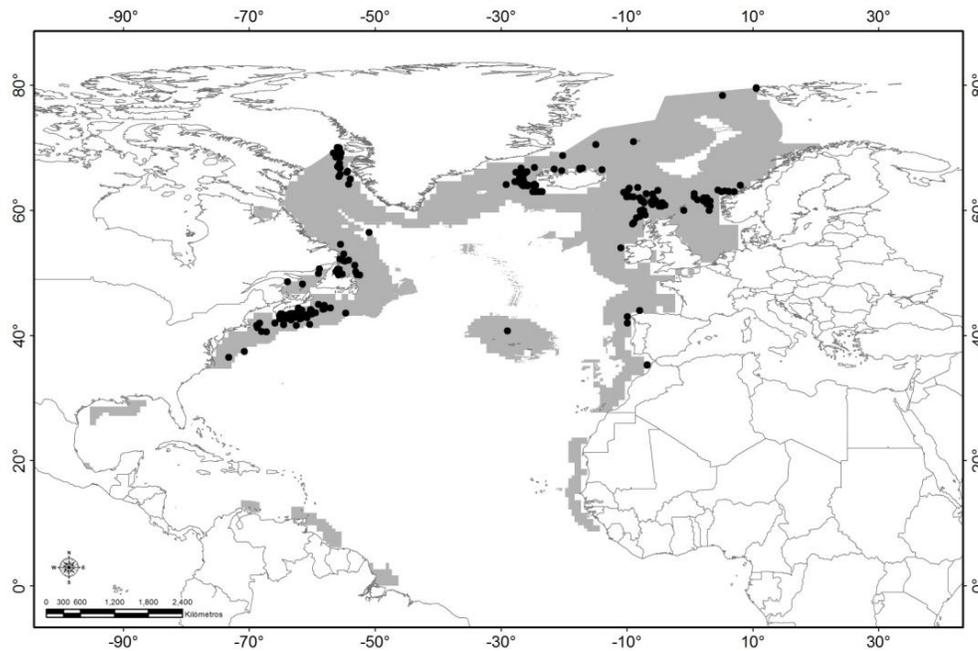
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -1709	0.2213	0.2213
Temperatura ≥ 8.899	0.4255	0.2042
Fosfatos ≥ 0.12	0.5704	0.1449
Nitratos < 6.8	0.6949	0.1245
Salinidad < 35.485	0.8571	0.1622
Salinidad ≥ 33.075	0.9111	0.054
Nitratos < 6.381	0.9386	0.0275
Nitratos ≥ 0.614	0.9612	0.0226
Temperatura ≥ 9.109	0.9734	0.0122
Distancia a la tierra < 368	0.9821	0.0087
Nitratos < 6.235	0.9867	0.0046
Nitratos ≥ 1.616	0.9991	0.0124

Figura 5. A) *Balaenoptera edeni* . B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

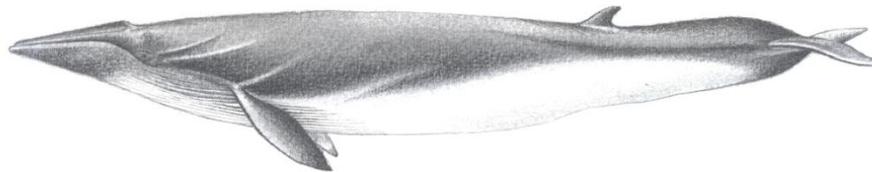


C)

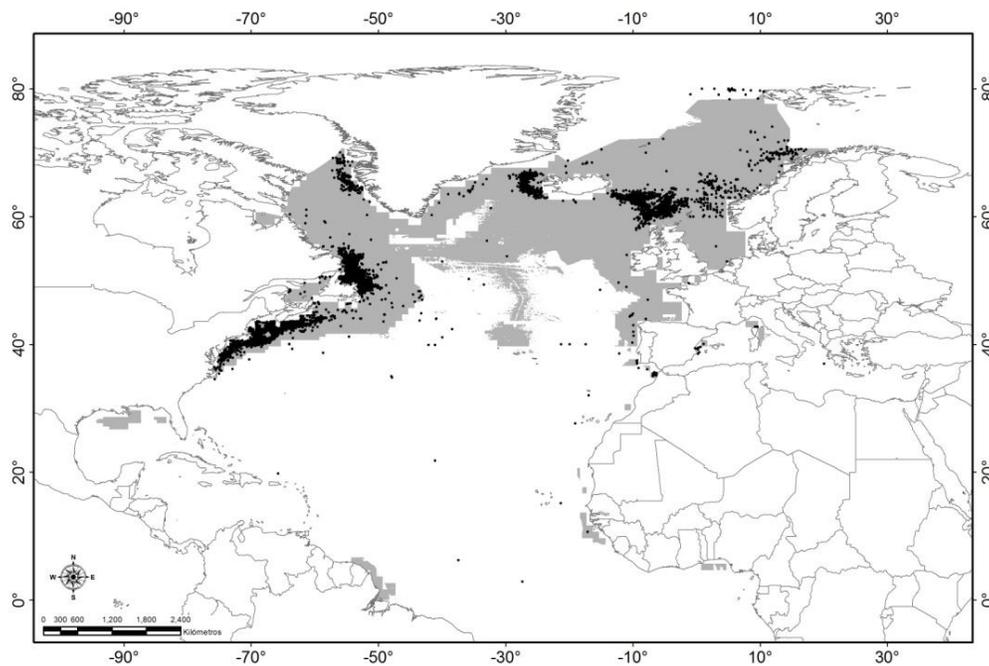
Variables	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura <19.812	0.6555	0.6555
Distancia a la tierra <433	0.9394	0.2839
Fosfatos >=0.115	0.9791	0.0397
Distancia a la tierra <325	0.9947	0.0156
Fosfatos >=0.133	0.9992	0.0045
Fosfatos >=0.15	0.9997	0.0005
Distancia a la tierra >=10	0.9999	0.0002

Figura 6. A) *Balaenoptera musculus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

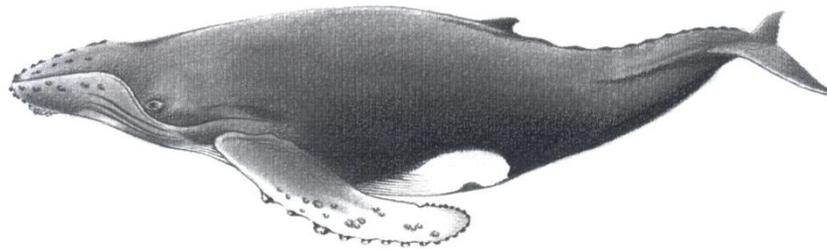


C)

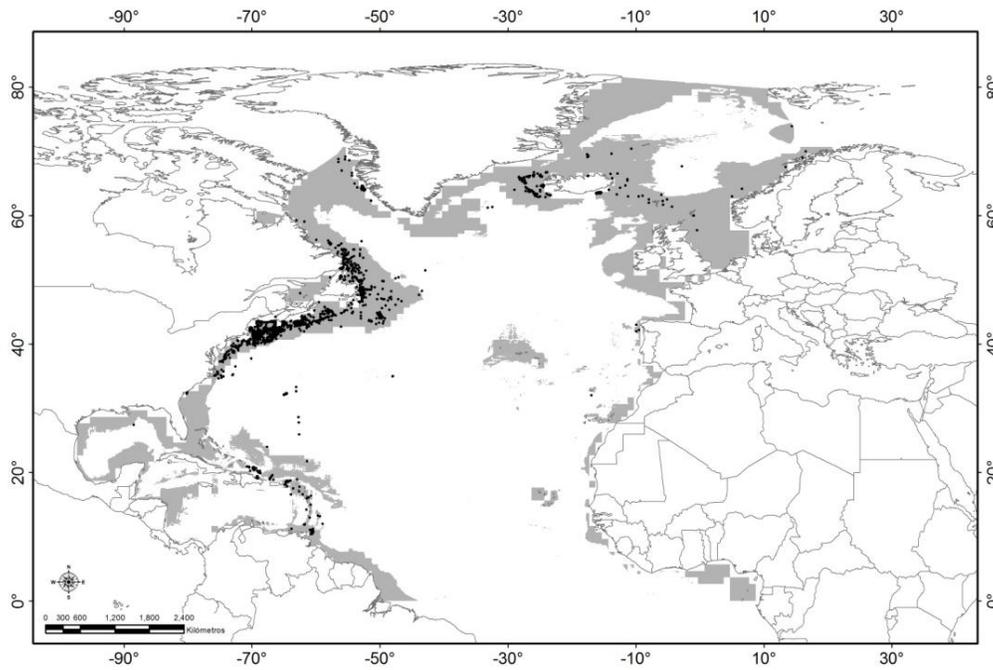
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura <13.118	0.8864	0.8864
Batimetría >=-3467	0.9547	0.0683
UAO <0.055	0.9765	0.0218
Fosfatos <0.756	0.9964	0.0199
Fosfatos >=0.242	0.9972	0.0008
Distancia a la tierra <773	0.9988	0.0016
UAO <0.055	0.9993	0.0005
Fosfatos <0.739	0.9997	0.0004
Distancia a la tierra >=10	0.9999	0.0002

Figura 7. A) *Balaenoptera physalus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

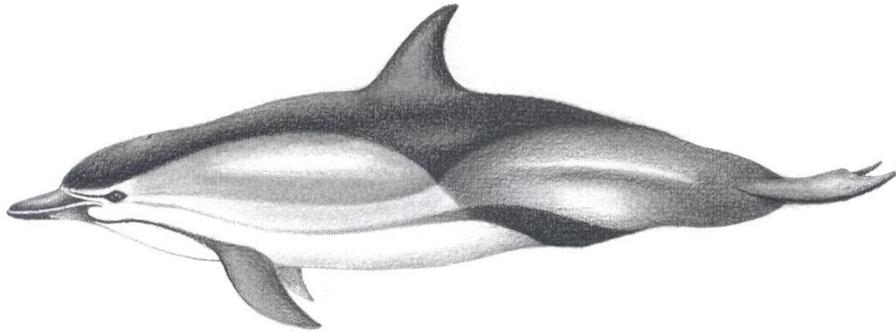


C)

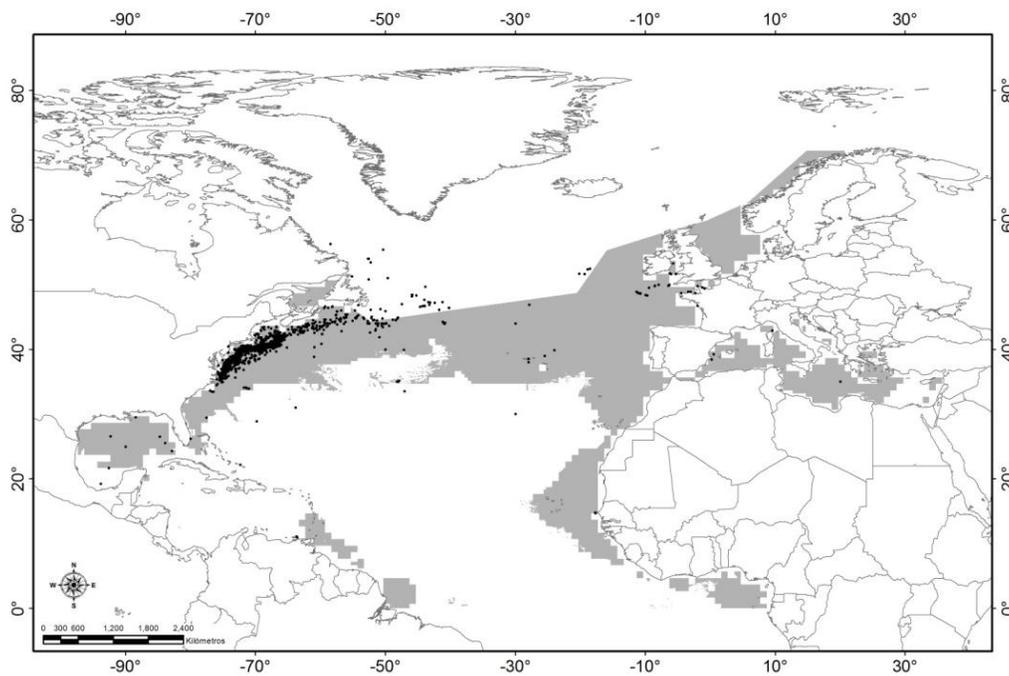
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -1995	0.8944	0.8944
Batimetría ≥ -1209	0.9769	0.0825
Distancia a la tierra < 508	0.986	0.0091
Fosfatos ≥ 0.254	0.997	0.011
Distancia a la tierra < 277	0.9994	0.0024
Distancia a la tierra ≥ 10	0.9998	0.0004

Figura 8. A) *Megaptera novaeangliae*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

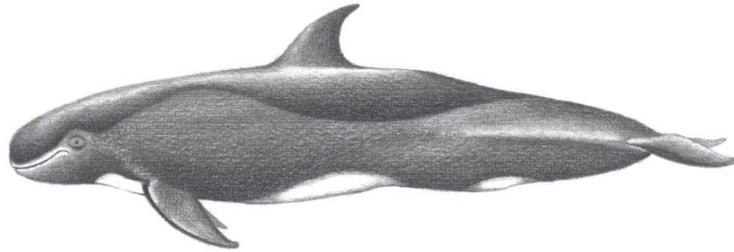


C)

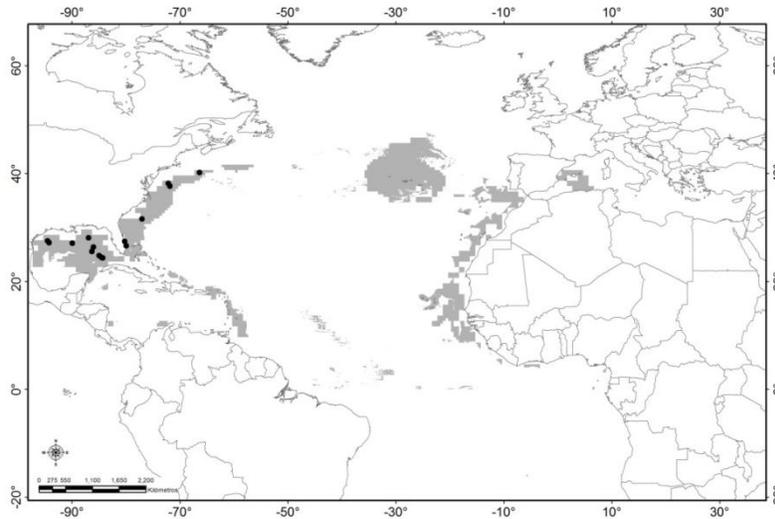
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Nitratos ≥ 0.339	0.6483	0.6483
Silicatos < 3.536	0.8183	0.17
Temperatura < 20.446	0.9689	0.1506
UAO < 0.013	0.9808	0.0119
Temperatura < 18.886	0.9967	0.0159
Silicatos < 3.441	0.9999	0.0032

Figura 9. A) *Delphinus delphis*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

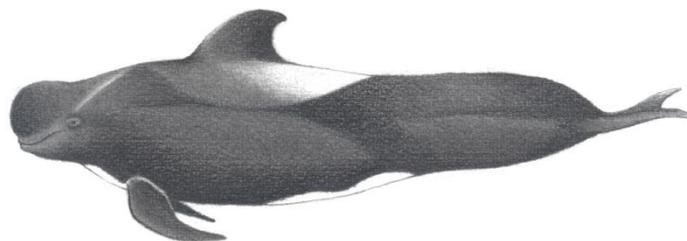


C)

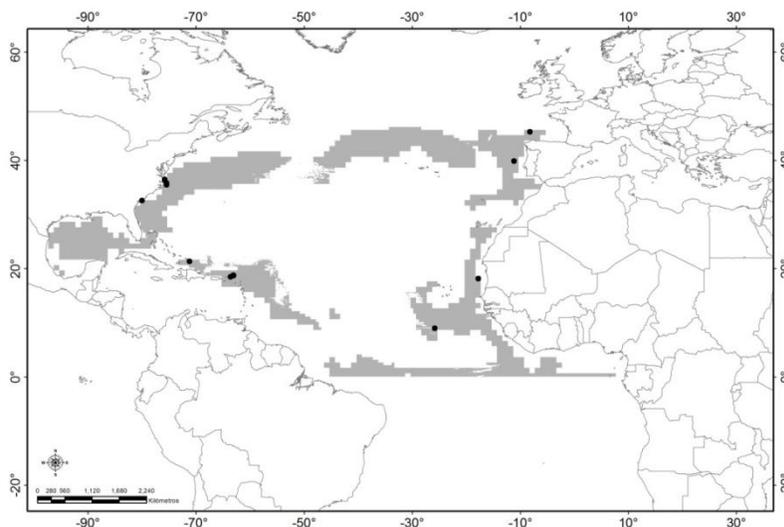
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 14.735	0.1665	0.1665
Batimetría ≥ -3474	0.4539	0.2874
Silicatos < 2.374	0.6281	0.1742
Nitratos ≥ 0.263	0.7997	0.1716
PSO ≥ 99.545	0.8646	0.0649
Fosfatos ≥ 0.079	0.9171	0.0525
Silicatos < 2.271	0.9378	0.0207
Salinidad ≥ 33.71	0.9485	0.0107
UAO ≥ 0.177	0.9649	0.0164
Batimetría ≥ -3331	0.9818	0.0169
Silicatos ≥ 1.154	0.9912	0.0094
Temperatura < 27.728	0.9949	0.0037
Nitratos < 2.384	0.9987	0.0038
Fosfatos ≥ 0.082	0.9997	0.001

Figura 10. A) *Feresa attenuata*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

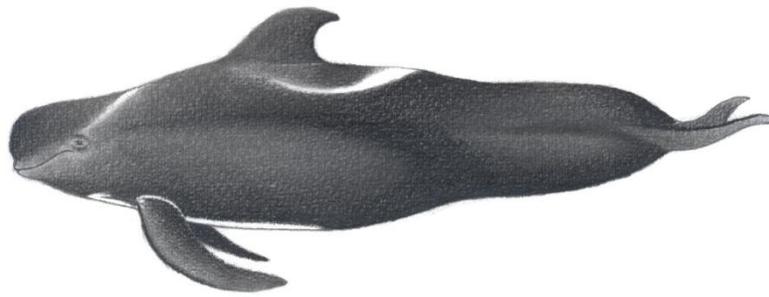


C)

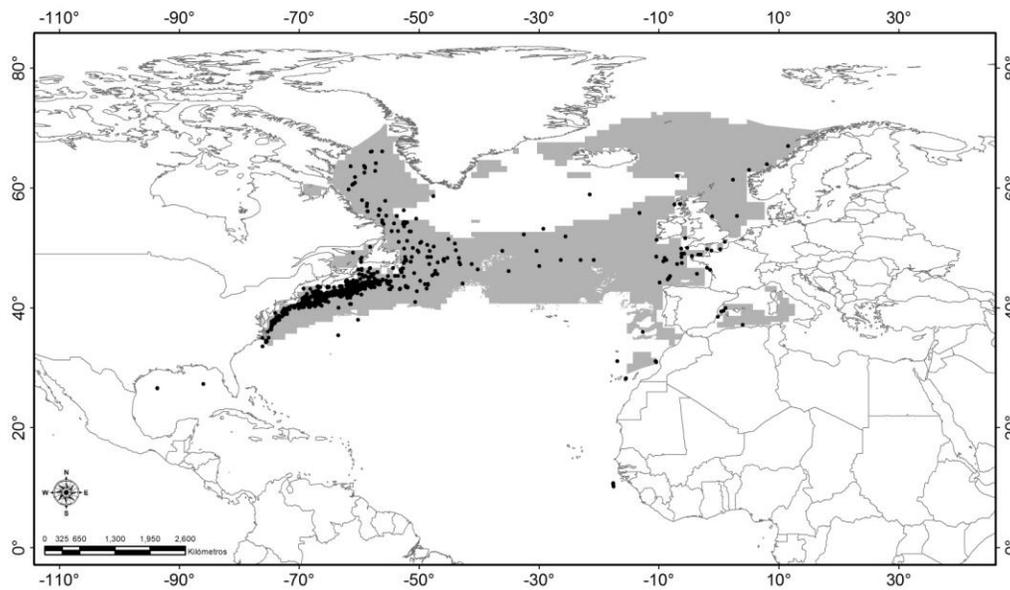
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 14.848	0.2852	0.2852
PSO < 102.655	0.4398	0.1546
Fosfatos ≥ 0.07	0.5981	0.1583
Silicatos < 2.445	0.7614	0.1633
Distancia a la tierra < 759	0.8458	0.0844
PSO ≥ 98.646	0.8787	0.0329
Temperatura < 27.315	0.945	0.0663
Silicatos ≥ 0.803	0.9762	0.0312
PSO < 102.624	0.9915	0.0153
UAO ≥ -0.142	0.9946	0.0031
Fosfatos ≥ 0.075	0.9978	0.0032
Distancia a la tierra ≥ 14	0.9986	0.0008
Fosfatos < 0.216	0.9993	0.0007
Fosfatos ≥ 0.083	0.9998	0.0005

Figura 11. A) *Globicephala macrorhynchus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

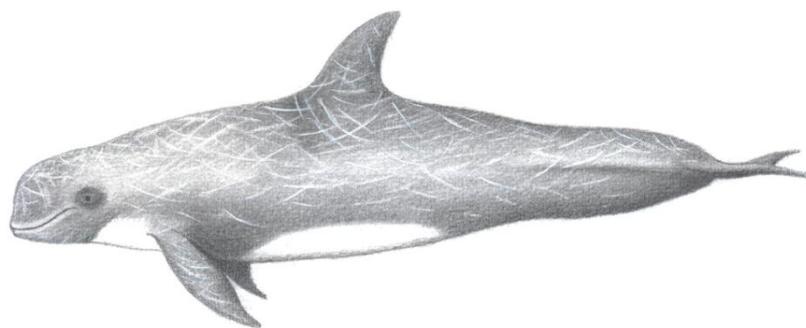


C)

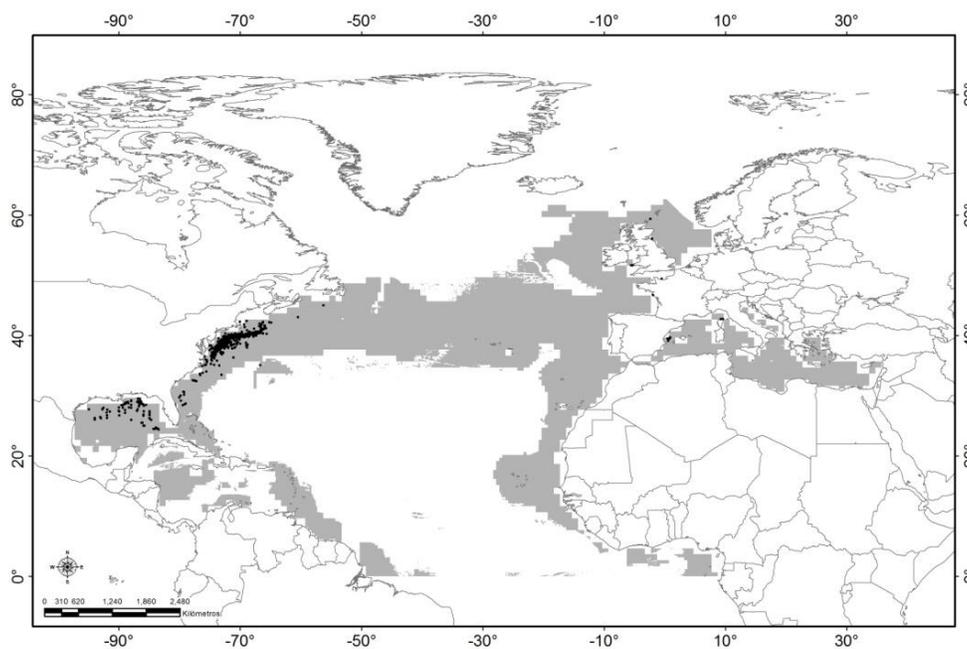
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Nitratos ≥ 0.708	0.6348	0.6348
PSO ≥ 100.525	0.8281	0.1933
Fosfatos ≥ 0.18	0.9301	0.102
Nitratos < 7.581	0.9752	0.0451
Temperatura < 27.449	0.981	0.0058
Nitratos < 6.968	0.9906	0.0096
Fosfatos ≥ 0.204	0.9957	0.0051
UAO < -0.146	0.9996	0.0039

Figura 12. A) *Globicephala melas*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

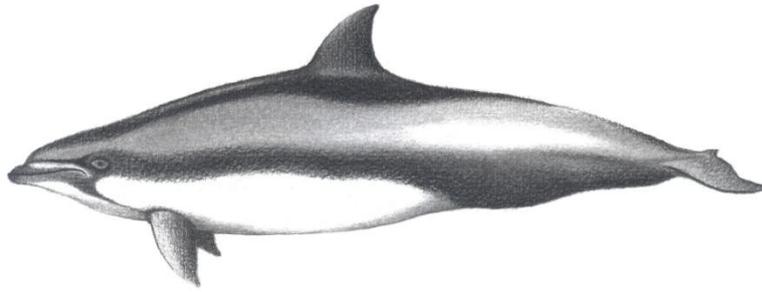


C)

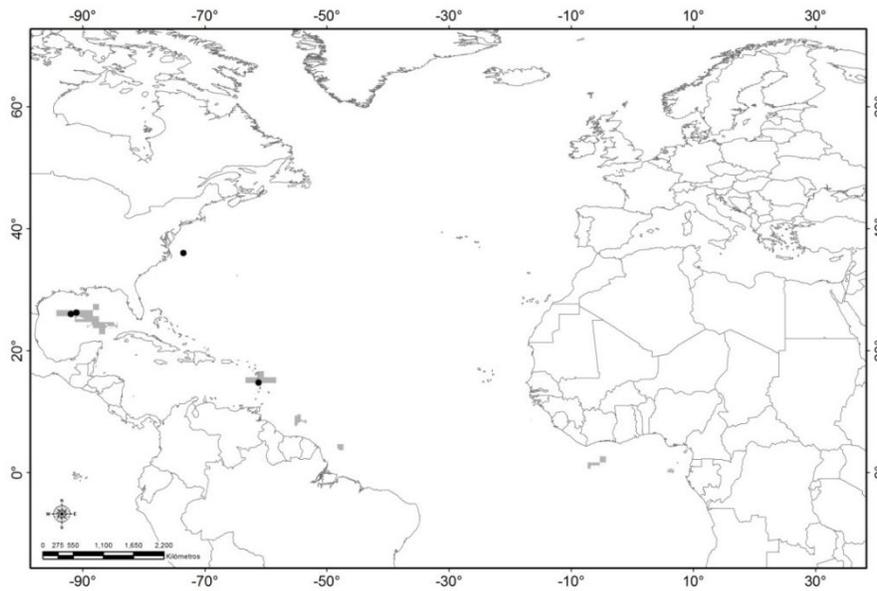
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Nitratos ≥ 0.263	0.4957	0.4957
Silicatos < 3.376	0.7513	0.2556
Fosfatos ≥ 0.085	0.8448	0.0935
Temperatura < 26.921	0.8966	0.0518
Nitratos < 3.118	0.973	0.0764
UAO < 0.05	0.9813	0.0083
UAO ≥ -0.169	0.9949	0.0136
UAO < 0.005	0.997	0.0021
Temperatura < 26.488	0.9993	0.0023
UAO ≥ -0.162	0.9999	0.0006

Figura 13. A) *Grampus griseus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

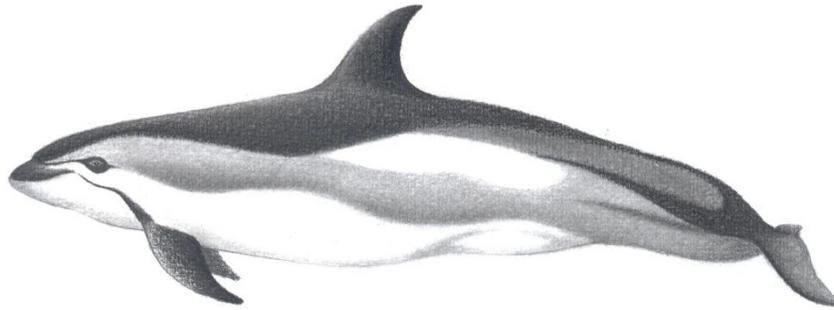


C)

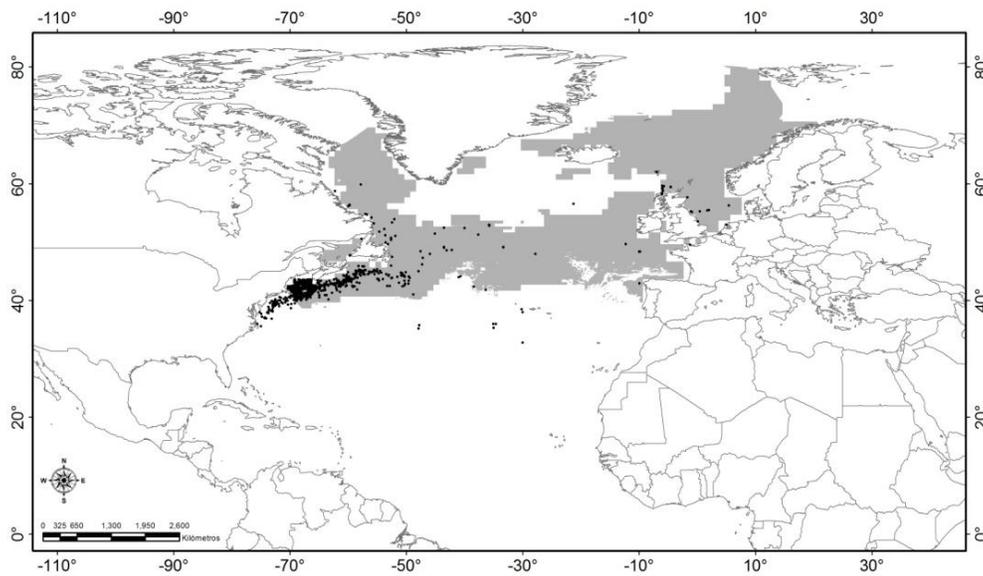
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
UAO ≥ -0.081	0.017	0.017
UAO < -0.062	0.0742	0.0572
Temperatura ≥ 20.202	0.1292	0.055
Fosfatos ≥ 0.102	0.3426	0.2134
Batimetría ≥ -3968	0.4618	0.1192
Silicatos < 2.169	0.7819	0.3201
Fosfatos ≥ 0.124	0.9299	0.148
Distancia a la tierra < 464	0.9882	0.0583

Figura 14. A) *Lagenodelphis hosei*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

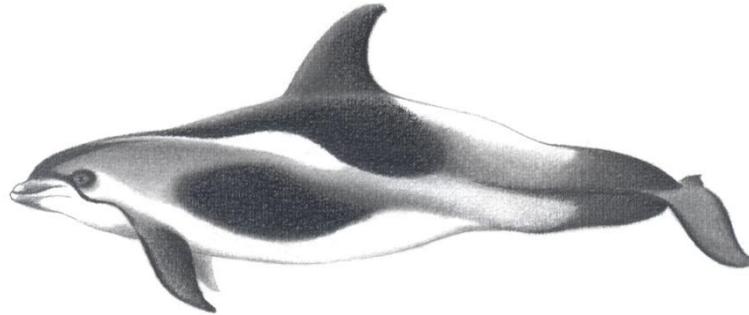


C)

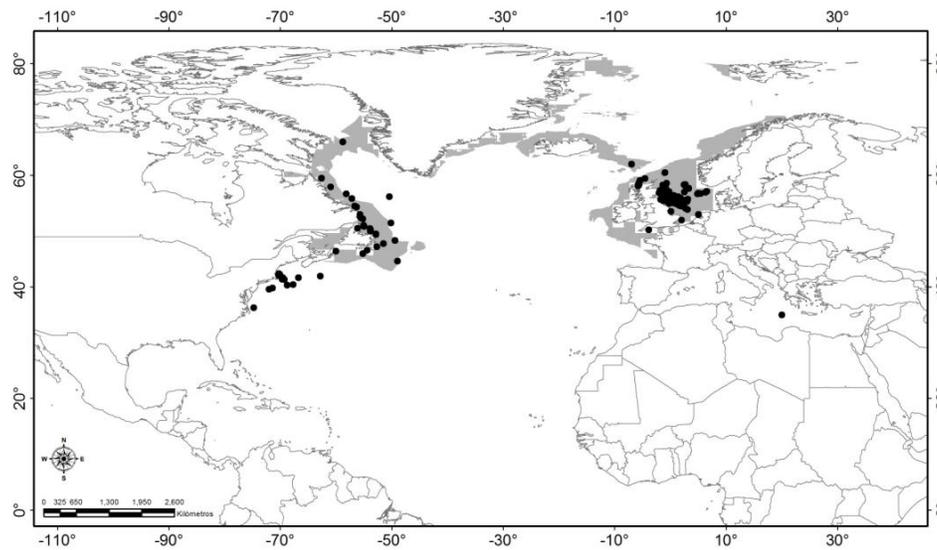
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura <17.043	0.6618	0.6618
UAO <-0.001	0.8229	0.1611
Fosfatos <0.669	0.8872	0.0643
Temperatura >=1.181	0.9173	0.0301
Fosfatos >=0.202	0.9567	0.0394
Nitratos <6.791	0.9804	0.0237
Fosfatos >=0.269	0.9962	0.0158
Silicatos <4.675	0.998	0.0018
UAO <-0.009	0.9987	0.0007
UAO >=-0.145	0.9998	0.0011

Figura 15. A) *Lagenorhynchus acutus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)



C)

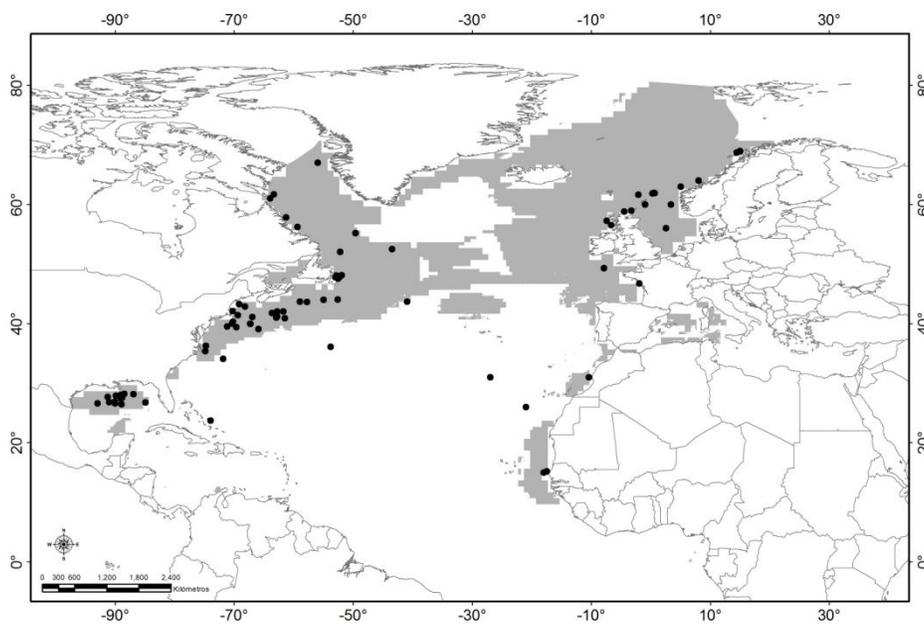
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -838	0.6249	0.6249
Salinidad < 35.454	0.7777	0.1528
Temperatura ≥ 0.001	0.8564	0.0787
Nitratos ≥ 0.892	0.9019	0.0455
Batimetría ≥ -436	0.9653	0.0634
Oxígeno disuelto ≥ 4.569	0.9802	0.0149
Nitratos < 7.057	0.9965	0.0163
Oxígeno disuelto < 8.132	0.9981	0.0016
Distancia a la tierra < 641	0.9989	0.0008
Salinidad < 35.406	0.9997	0.0008

Figura 16. A) *Lagenorhynchus albirostris*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

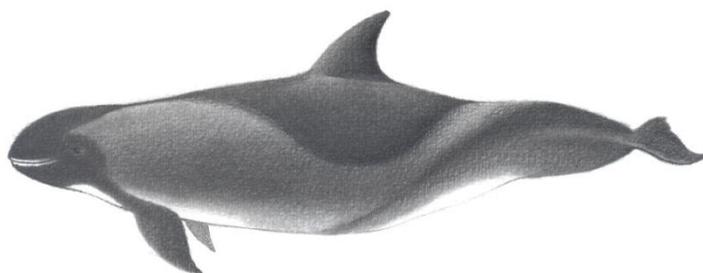


C)

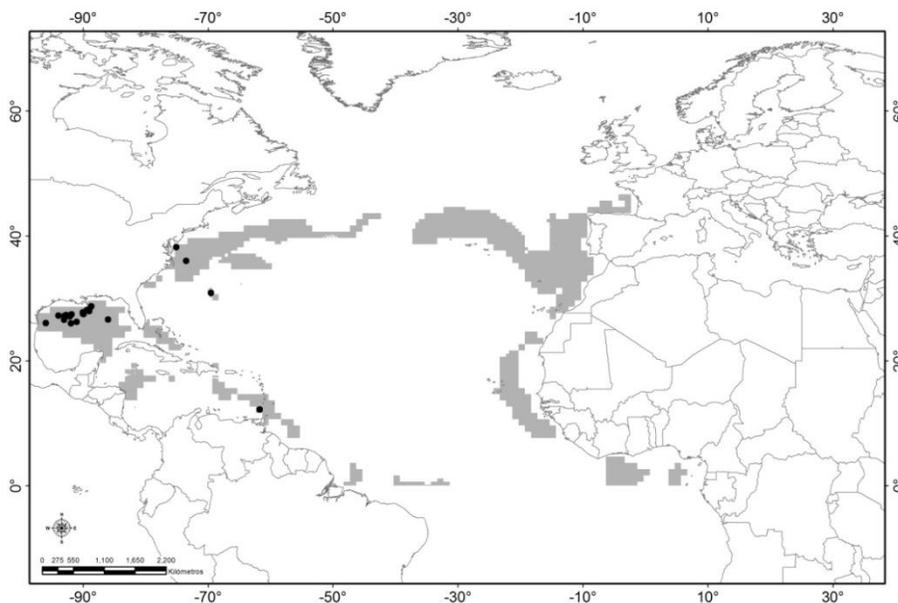
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.158	0.7312	0.7312
Fosfatos < 0.698	0.7872	0.056
Temperatura < 25.943	0.8376	0.0504
Temperatura ≥ -0.076	0.8837	0.0461
Distancia a la tierra < 545	0.9631	0.0794
Salinidad < 35.681	0.9912	0.0281
Nitratos < 10.304	0.9943	0.0031
UAO ≥ 0.295	0.9966	0.0023
Fosfatos < 0.638	0.9999	0.0033

Figura 17. A) *Orcinus orca*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)



C)

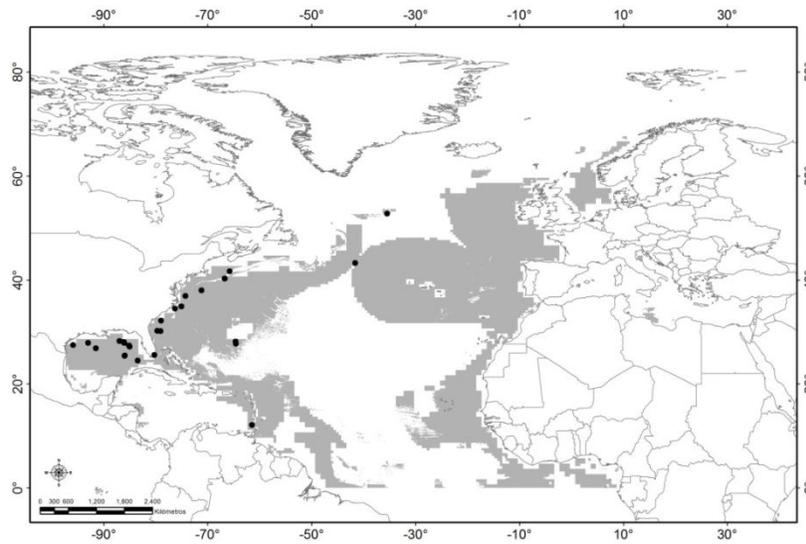
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Nitratos ≥ 0.406	0.2111	0.2111
Nitratos < 1.963	0.5228	0.3117
Distancia a la tierra < 579	0.6474	0.1246
PSO ≥ 100.405	0.783	0.1356
Silicatos < 3.312	0.8633	0.0803
Temperatura ≥ 13.26	0.9526	0.0893
Nitratos < 1.814	0.9664	0.0138
PSO < 103.05	0.9849	0.0185
Salinidad ≥ 31.959	0.9906	0.0057
UAO < -0.029	0.9977	0.0071
Distancia a la tierra < 572	0.9993	0.0016
UAO < -0.034	0.9998	0.0005

Figura 18. A) *Peponocephala electra*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

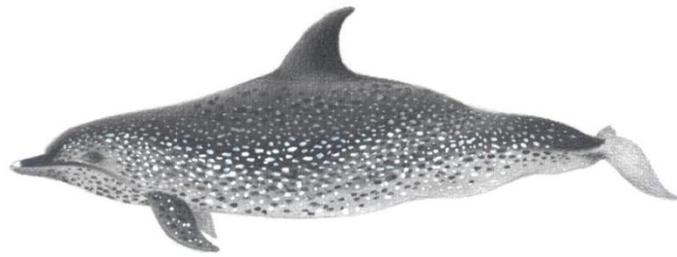


C)

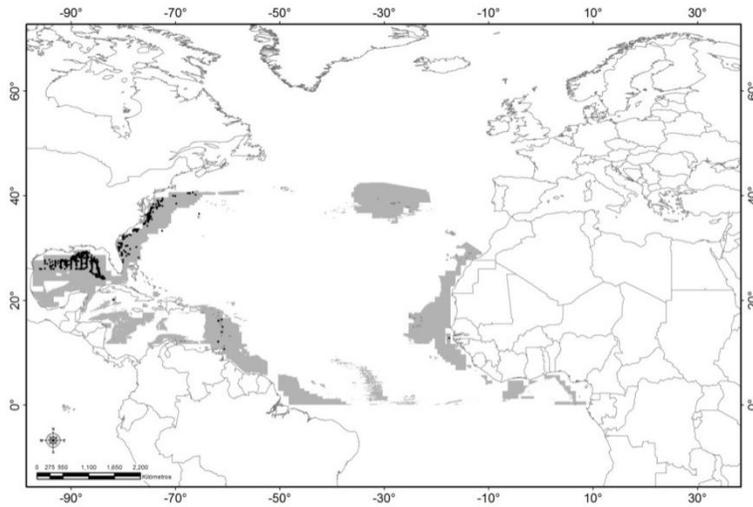
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 8.325	0.4669	0.4669
Distancia a la tierra < 996	0.5894	0.1225
Salinidad < 36.715	0.6647	0.0753
Silicatos < 2.763	0.7706	0.1059
Temperatura < 25.702	0.8906	0.12
Nitratos ≥ 0.145	0.9181	0.0275
Salinidad ≥ 33.994	0.946	0.0279
Distancia a la tierra ≥ 98	0.9681	0.0221
Batimetría ≥ -5476	0.9887	0.0206
Silicatos ≥ 0.798	0.9933	0.0046
Temperatura ≥ 9.661	0.9962	0.0029
Fosfatos ≥ 0.062	0.9983	0.0021
Silicatos < 2.707	0.9997	0.0014
UAO < 0.968	0.9999	0.0002

Figura 19. A) *Pseudorca crassidens*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

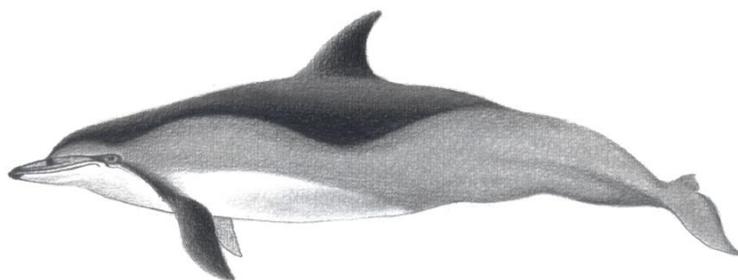


C)

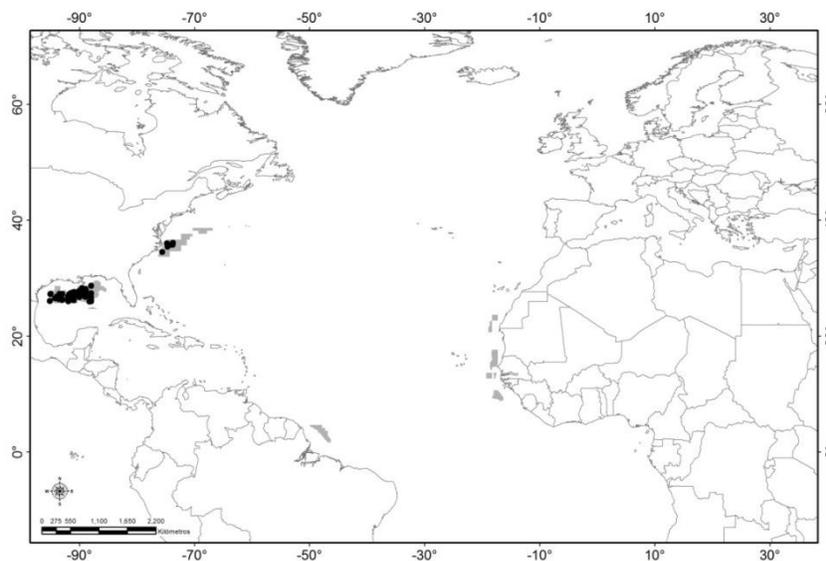
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 11.503	0.2573	0.2573
Batimetría ≥ -3462	0.6683	0.411
Fosfatos ≥ 0.081	0.8008	0.1325
Silicatos < 3.166	0.8669	0.0661
Temperatura ≥ 13.843	0.912	0.0451
Nitratos ≥ 0.271	0.9529	0.0409
UAO < 0.116	0.9653	0.0124
Batimetría < -20	0.9802	0.0149
Nitratos < 1.779	0.9886	0.0084
Salinidad ≥ 32.289	0.9909	0.0023
Batimetría ≥ -3329	0.9972	0.0063
UAO < 0.107	0.9985	0.0013
Temperatura < 27.728	0.9998	0.0013

Figura 20. A) *Stenella attenuata*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

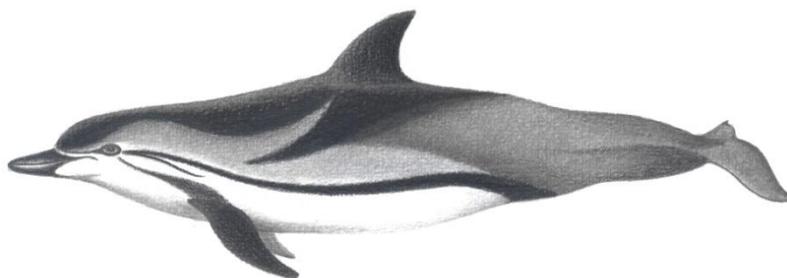


C)

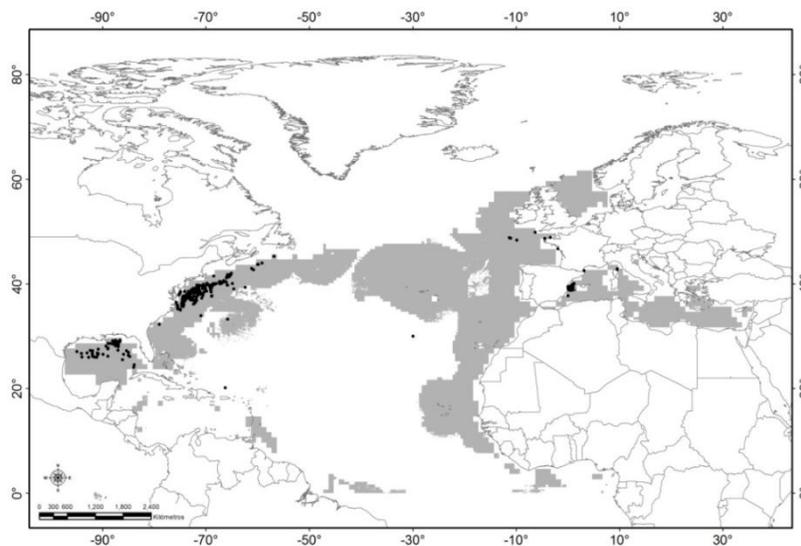
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.135	0.0204	0.0204
Temperatura ≥ 19.009	0.1149	0.0945
Salinidad < 35.604	0.2432	0.1283
Temperatura < 26.442	0.5101	0.2669
Batimetría ≥ -4602	0.6198	0.1097
Batimetría < -262	0.7102	0.0904
UAO ≥ -0.106	0.8161	0.1059
Silicatos ≥ 1.346	0.8759	0.0598
Distancia a la tierra < 419	0.9626	0.0867
Nitratos < 1.799	0.9866	0.024
Silicatos ≥ 1.401	0.9951	0.0085

Figura 21. A) *Stenella clymene*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)



C)

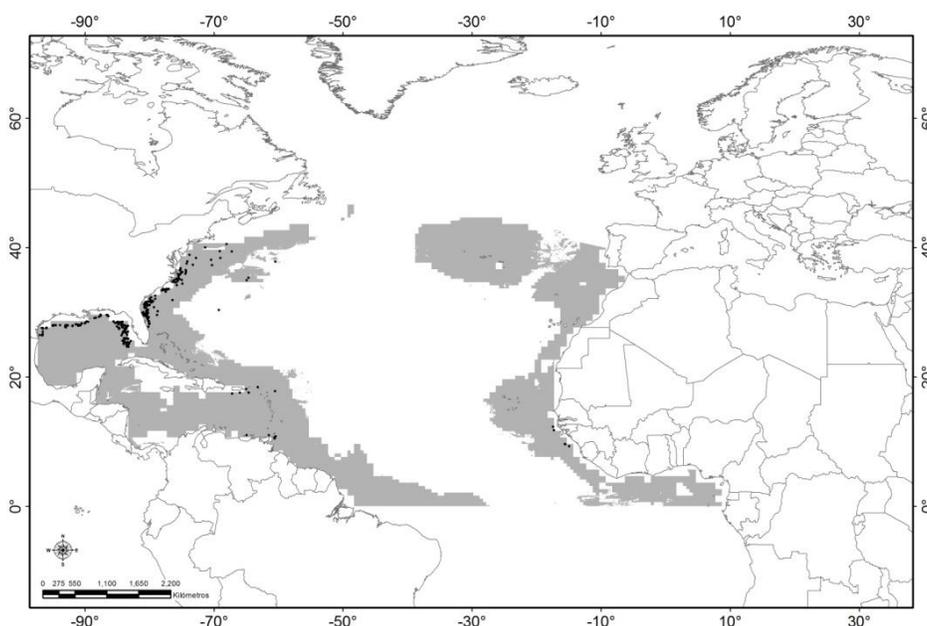
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Silicatos <2.862	0.4442	0.4442
Nitratos >=0.339	0.7533	0.3091
Distancia a la tierra <963	0.8049	0.0516
Temperatura >=6.741	0.8367	0.0318
Batimetría >=-5042	0.8895	0.0528
PSO >=100.023	0.9393	0.0498
Temperatura <26.7	0.9688	0.0295
Distancia a la tierra <561	0.9927	0.0239
Fosfatos <0.52	0.9966	0.0039
Fosfatos >=0.055	0.9979	0.0013
Fosfatos <0.37	0.9999	0.002

Figura 22. A) *Stenella coeruleoalba*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

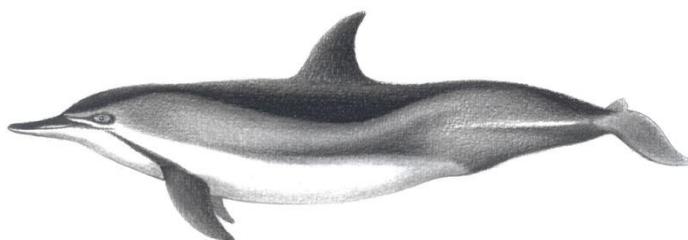


C)

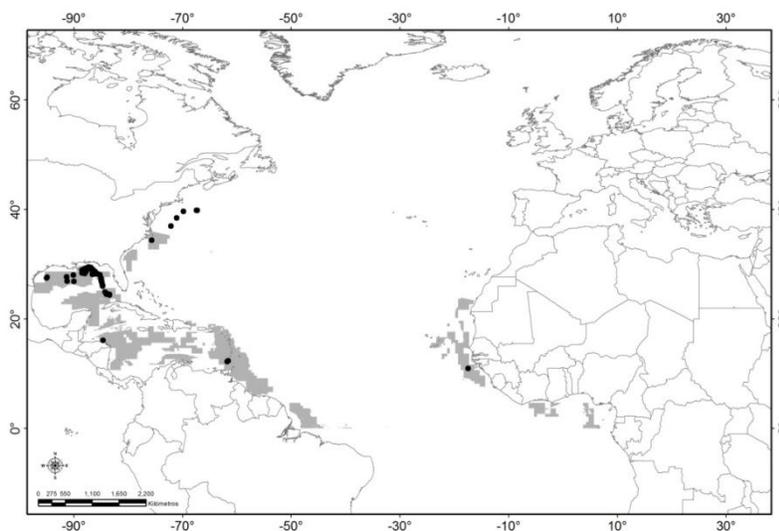
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 12.389	0.3959	0.3959
Distancia a la tierra < 529	0.7394	0.3435
Salinidad < 36.423	0.8834	0.144
Distancia a la tierra < 392	0.9483	0.0649
Temperatura < 27.673	0.9815	0.0332
Nitratos ≥ 0.147	0.9876	0.0061
UAO ≥ -0.403	0.9904	0.0028
Fosfatos < 0.399	0.9949	0.0045
UAO < -0.034	0.9989	0.004
UAO < -0.078	0.9998	0.0009

Figura 23. A) *Stenella frontalis*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)



C)

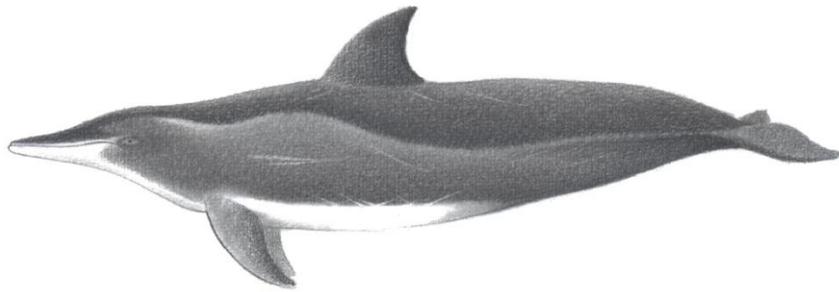
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Distancia a la tierra <335	0.2212	0.2212
Fosfatos <0.391	0.4015	0.1803
Nitratos >=0.404	0.5577	0.1562
Fosfatos >=0.095	0.6213	0.0636
Temperatura >=12.883	0.6805	0.0592
Silicatos <3.312	0.7581	0.0776
Silicatos >=1.297	0.8438	0.0857
UAO <0.031	0.8925	0.0487
Batimetría >=-3835	0.9624	0.0699
Nitratos <2.752	0.9813	0.0189
Fosfatos >=0.096	0.9849	0.0036
Batimetría <-18	0.993	0.0081
Batimetría >=-3689	0.9986	0.0056
Distancia a la tierra <332	0.9997	0.0011

Figura 24. A) *Stenella longirostris*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

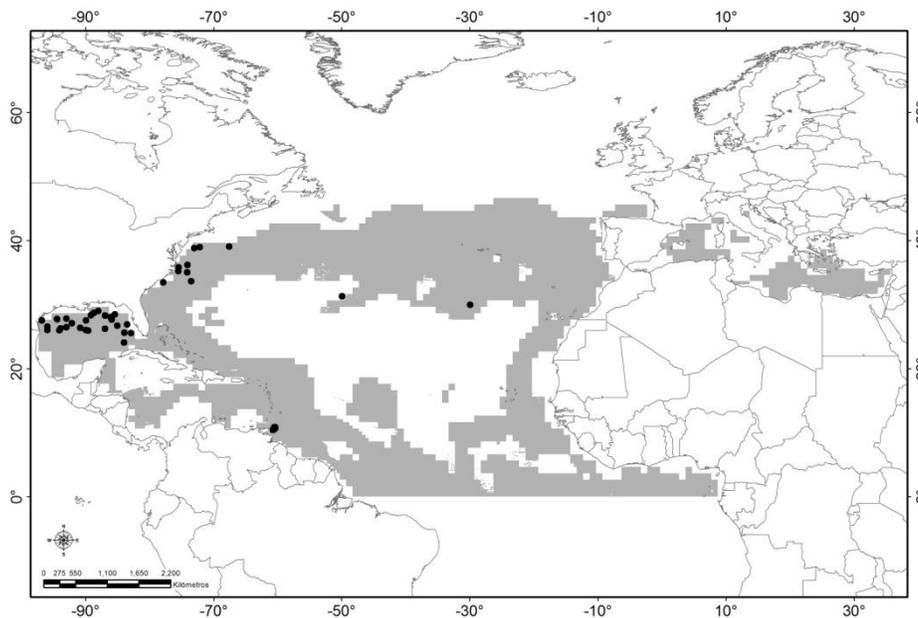
Steno bredanensis (G. Cuvier in Lesson, 1828)

Delfín de dientes rugosos

A)



B)



C)

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 14.534	0.6297	0.6297
Fosfatos ≥ 0.054	0.7768	0.1471
Silicatos ≥ 1.028	0.8593	0.0825
Nitratos < 1.939	0.8965	0.0372
Silicatos < 3.298	0.9408	0.0443
Temperatura < 27.772	0.9635	0.0227
Nitratos ≥ 0.208	0.994	0.0305
PSO ≥ 97.357	0.997	0.003
Nitratos < 1.866	0.9987	0.0017
UAO < -0.085	0.9999	0.0012

Figura 25. A) *Steno bredanensis*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

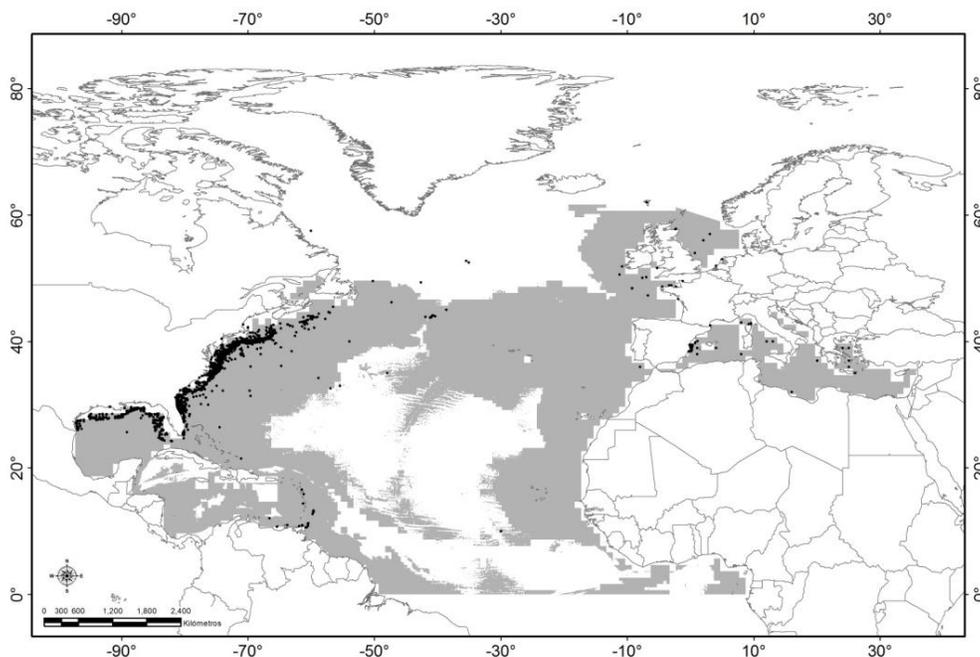
Tursiops truncatus (Montagu, 1821)

Delfín nariz de botella

A)



B)

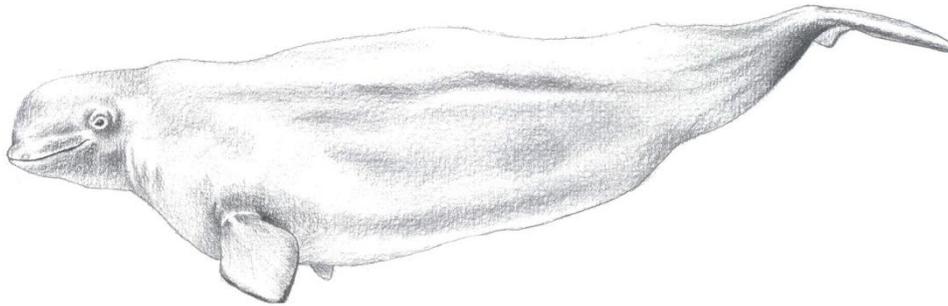


C)

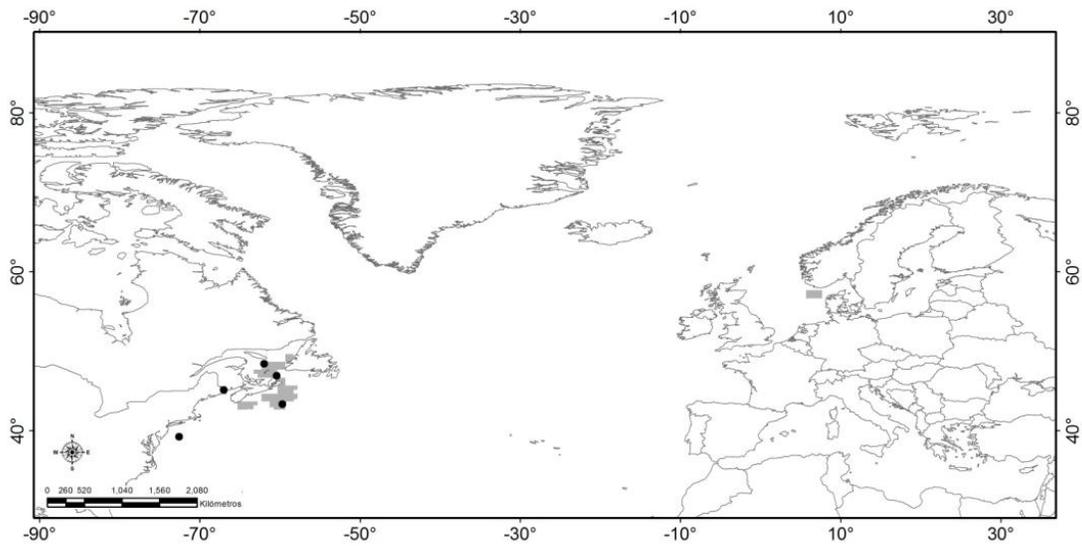
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Silicatos <3.712	0.6599	0.6599
Distancia a la tierra <686	0.8631	0.2032
Salinidad >=35.625	0.9446	0.0815
Temperatura <23.09	0.9943	0.0497
UAO <0.146	0.9957	0.0014
Nitratos >=0.194	0.9999	0.0042

Figura 26. A) *Tursiops truncatus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

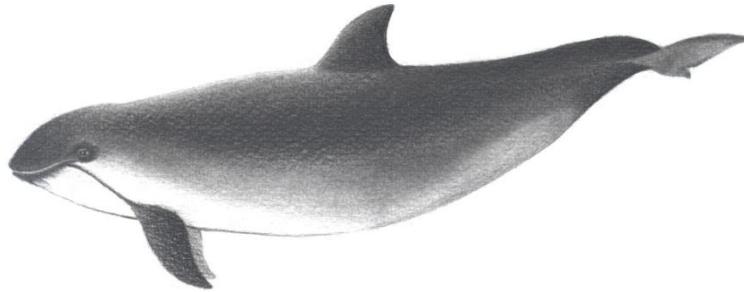


C)

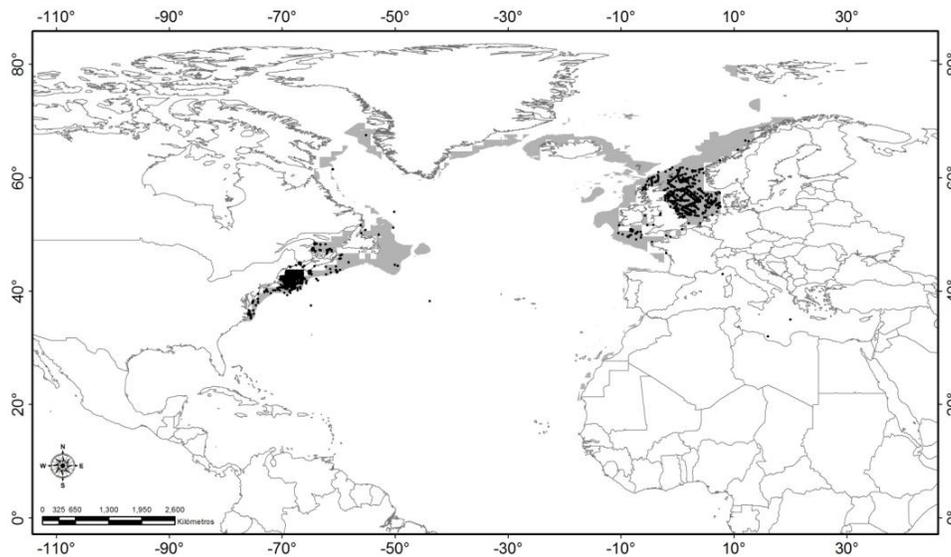
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad <32.888	0.1265	0.1265
Nitatos <2.397	0.2849	0.1584
Distancia a la tierra <180	0.4594	0.1745
Temperatura >=5.569	0.637	0.1776
Temperatura <10.784	0.8783	0.2413
Silicatos >=2.206	0.9873	0.109

Figura 27. A) *Delphinapterus leucas*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

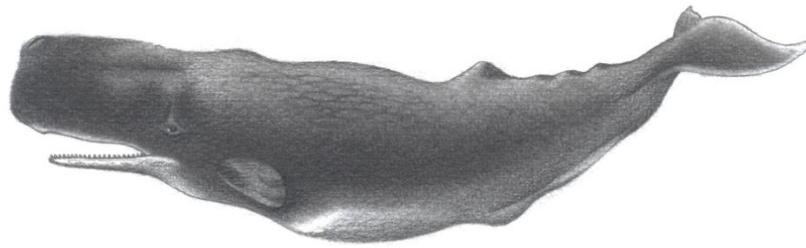


C)

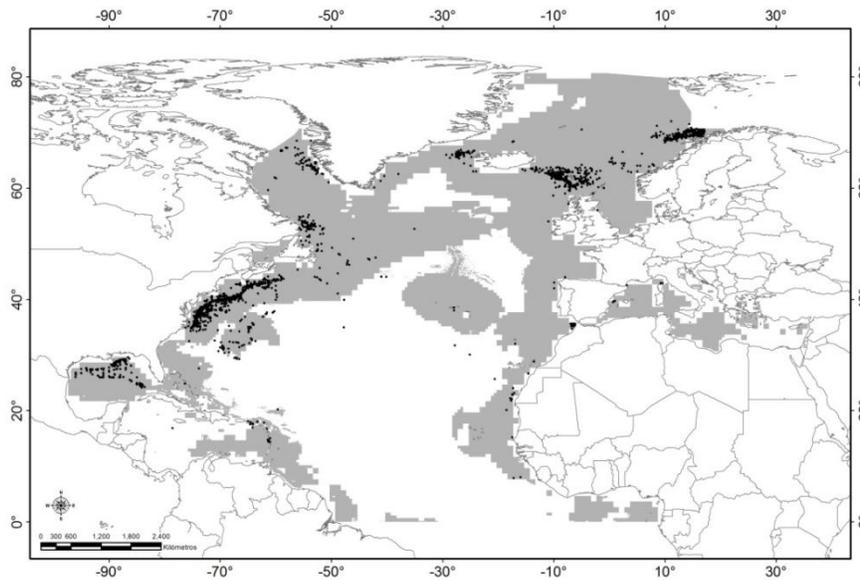
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -654	0.588	0.588
Temperatura ≥ 0.369	0.6851	0.0971
Nitratos ≥ 0.765	0.822	0.1369
Temperatura ≥ 2.486	0.8888	0.0668
Salinidad < 35.695	0.9447	0.0559
Batimetría ≥ -348	0.9804	0.0357
Silicatos < 5.22	0.9953	0.0149
UAO < 0.115	0.9987	0.0034
Fosfatos ≥ 0.169	0.9996	0.0009

Figura 28. A) *Phocoena phocoena*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

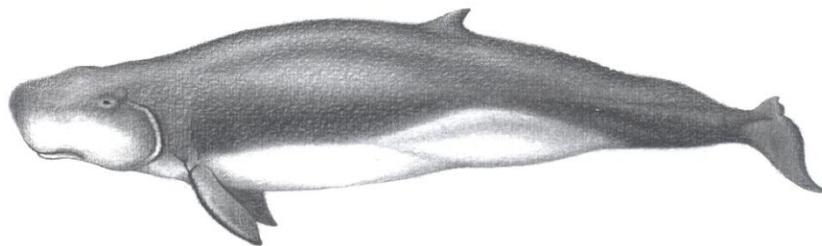


C)

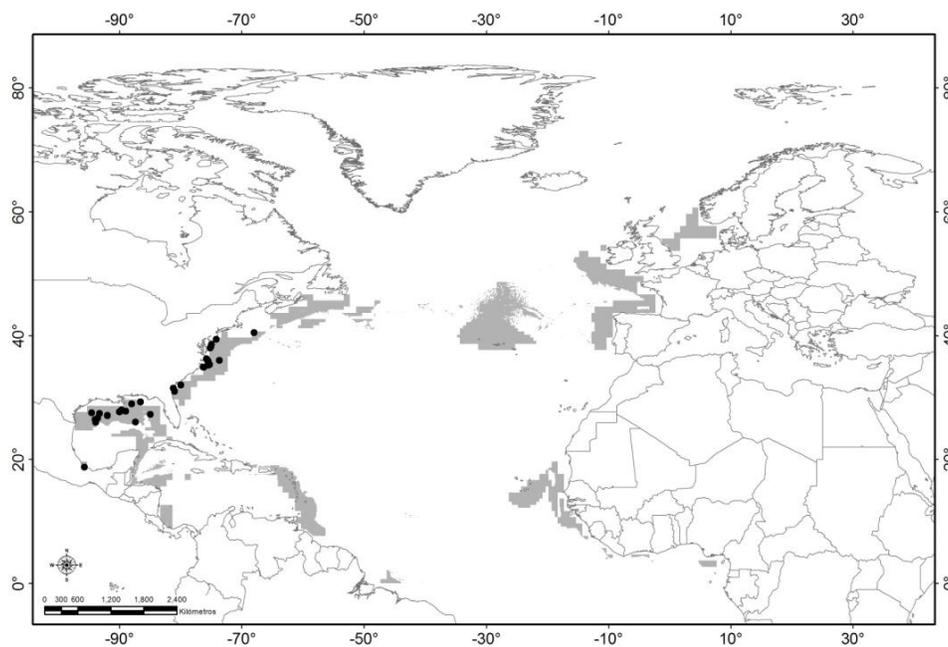
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Nitratos ≥ 0.404	0.777	0.777
Distancia a la tierra < 572	0.8752	0.0982
Temperatura < 27.553	0.9087	0.0335
UAO < -0.002	0.9653	0.0566
Silicatos < 5.762	0.9758	0.0105
PSO < 105.763	0.9809	0.0051
Fosfatos ≥ 0.112	0.9931	0.0122
Temperatura ≥ -0.974	0.9969	0.0038
Fosfatos < 0.721	0.9985	0.0016
Distancia a la tierra ≥ 26	0.9998	0.0013
Distancia a la tierra < 567	1	0.0002

Figura 29. A) *Physeter catodon*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

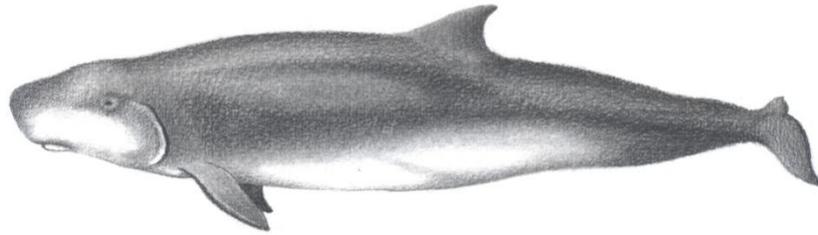


C)

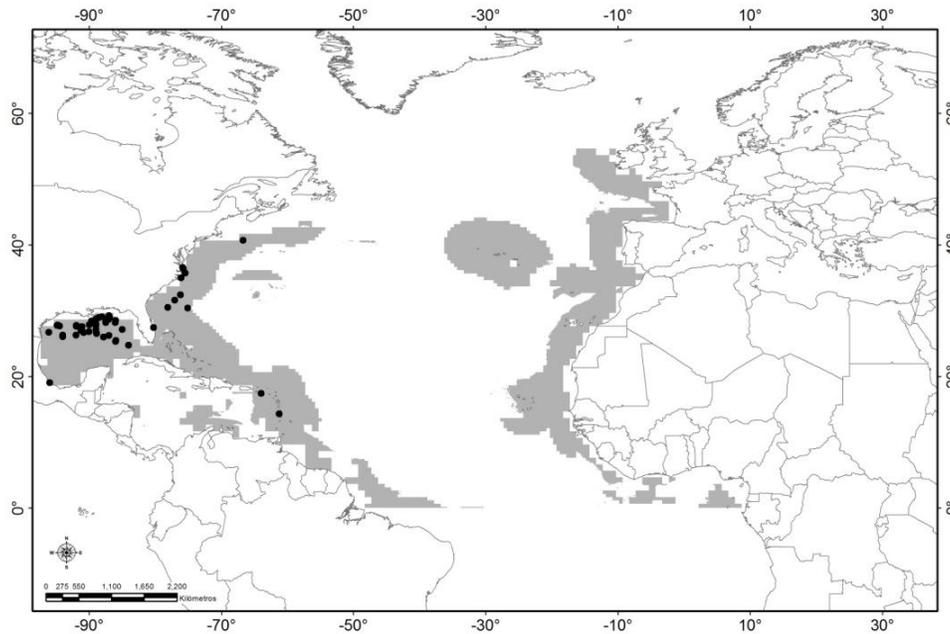
Variables	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad <36.107	0.1348	0.1348
Silicatos <2.898	0.2637	0.1289
Distancia a la tierra <345	0.5775	0.3138
Fosfatos <0.376	0.7243	0.1468
Temperatura <26.714	0.9305	0.2062
Nitratos <2.376	0.9843	0.0538
Fosfatos >=0.066	0.9915	0.0072
Distancia a la tierra <342	0.9954	0.0039
PSO >=101.125	0.9991	0.0037

Figura 30. A) *Kogia breviceps*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

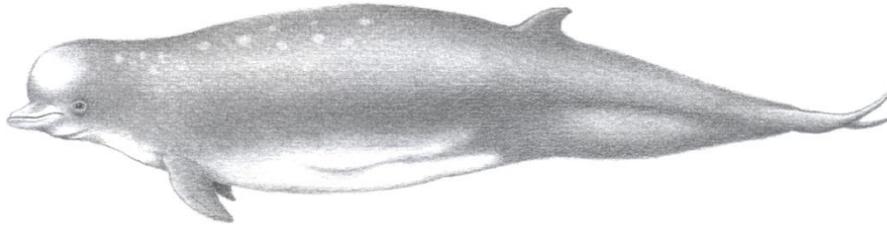


C)

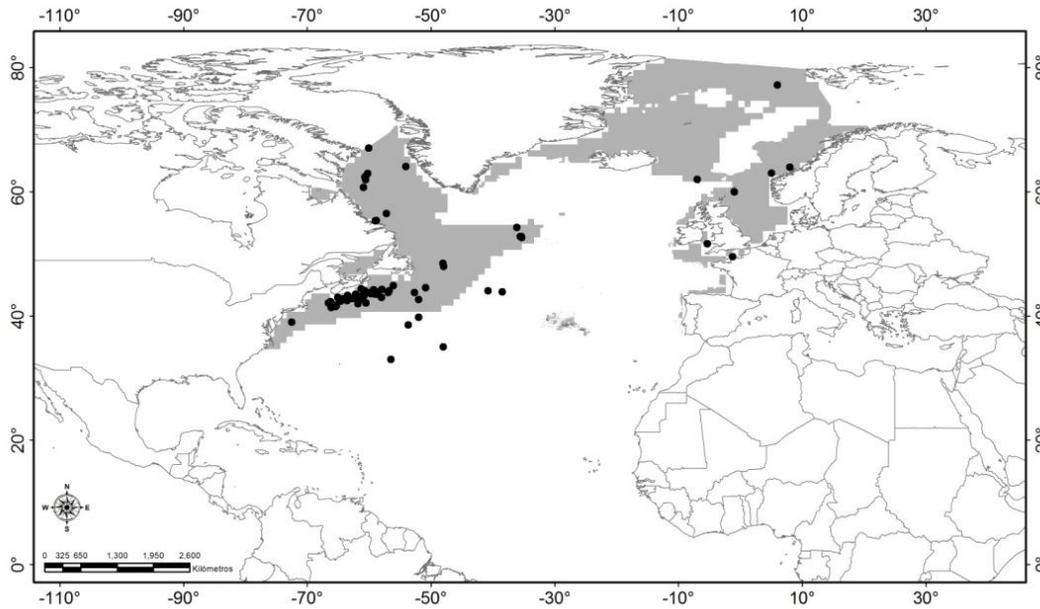
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Distancia a la tierra <490	0.3847	0.3847
Temperatura >=11.794	0.6952	0.3105
Temperatura <27.54	0.7835	0.0883
Fosfatos >=0.057	0.833	0.0495
Silicatos <3.023	0.8942	0.0612
Batimetría >=-4248	0.9742	0.08
PSO >=99.262	0.9961	0.0219
Fosfatos >=0.061	0.9979	0.0018
Nitratos >=0.153	0.9991	0.0012
Distancia a la tierra >=14	0.9995	0.0004
Distancia a la tierra <487	0.9999	0.0004

Figura 31. A) *Kogia sima*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

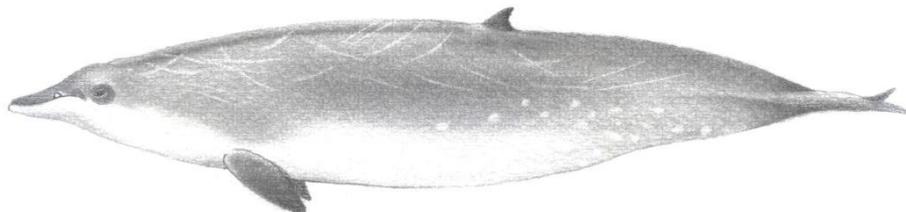


C)

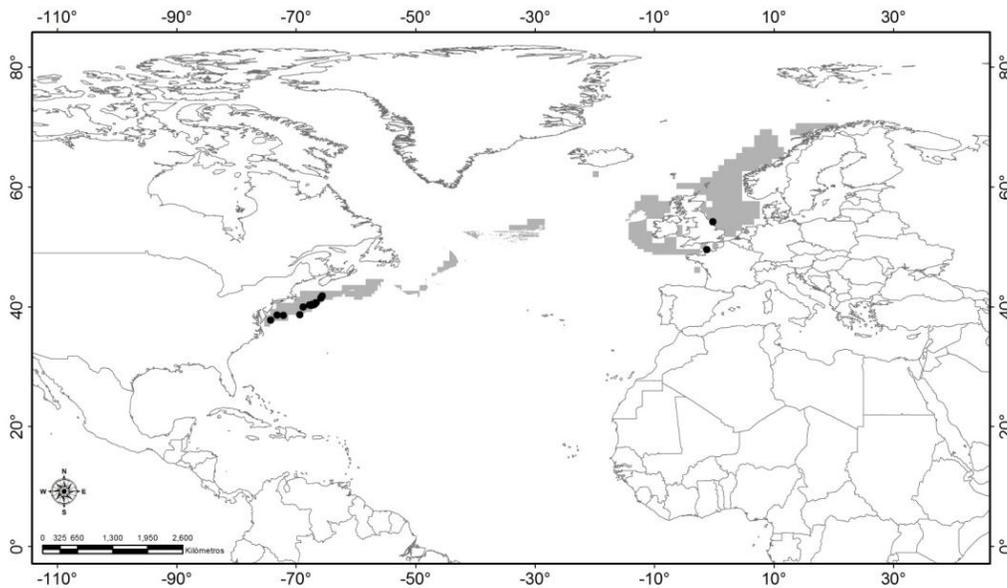
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad <35.027	0.7316	0.7316
Temperatura <24.592	0.826	0.0944
Nitratos <8.963	0.9177	0.0917
Distancia a la tierra <940	0.9424	0.0247
PSO >=100.041	0.9808	0.0384
Salinidad <34.862	0.9943	0.0135
Nitratos <8.748	0.9984	0.0041
Temperatura <24.208	0.9995	0.0011
Distancia a la tierra >=10	0.9999	0.0004

Figura 32. A) *Hyperoodon ampullatus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

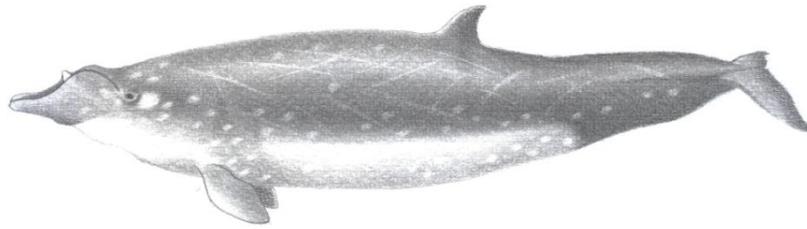


C)

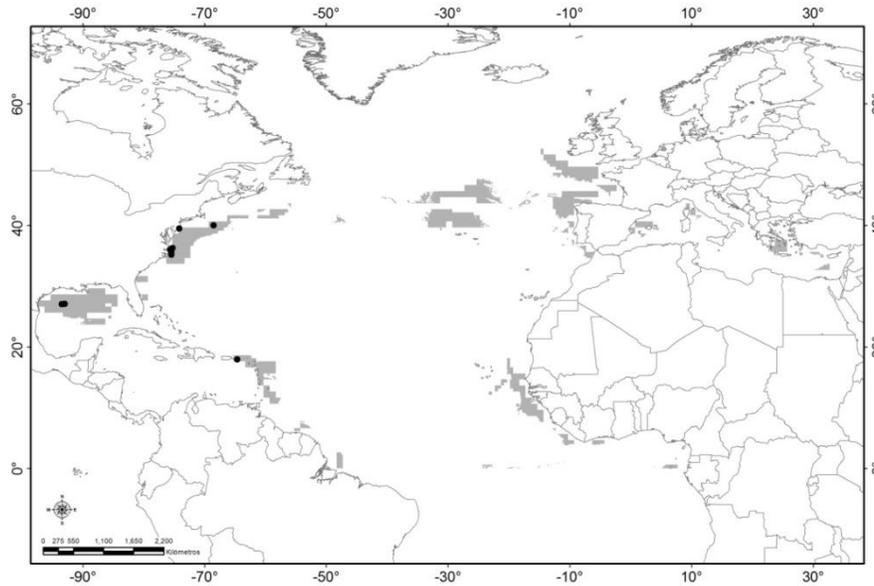
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.254	0.1337	0.1337
Temperatura ≥ 7.269	0.2658	0.1321
Distancia a la tierra < 326	0.5568	0.291
Temperatura < 18.248	0.6457	0.0889
Nitratos < 7.461	0.832	0.1863
Temperatura ≥ 8.52	0.913	0.081
UAO ≤ 0.005	0.961	0.048
Salinidad < 35.357	0.9961	0.0351
Salinidad ≥ 32.079	0.9991	0.003

Figura 33. A) *Mesoplodon bidens*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

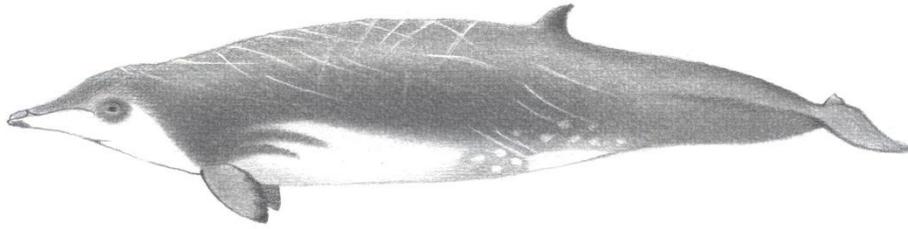


C)

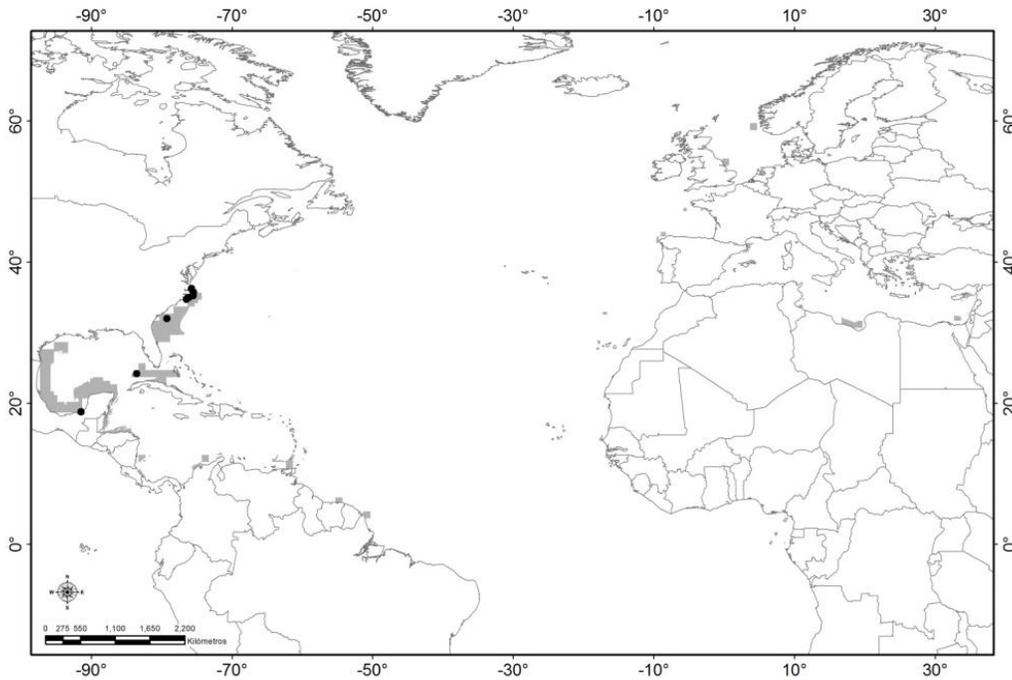
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.096	0.0772	0.0772
Fosfatos < 0.4	0.1453	0.0681
Batimetría ≥ -3710	0.248	0.1027
Silicatos < 2.271	0.3625	0.1145
Salinidad < 35.792	0.6848	0.3223
Temperatura ≥ 12.334	0.8228	0.138
Fosfatos ≥ 0.117	0.8816	0.0588
Temperatura < 27.588	0.9095	0.0279
Distacia a la tierra < 351	0.9826	0.0731
UAO < -0.015	0.998	0.0154

Figura 34. A) *Mesoplodon densirostris*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

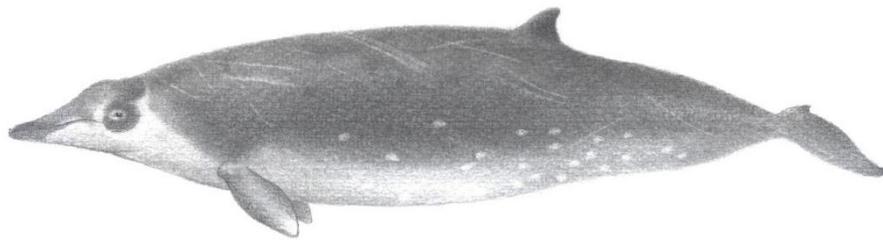


C)

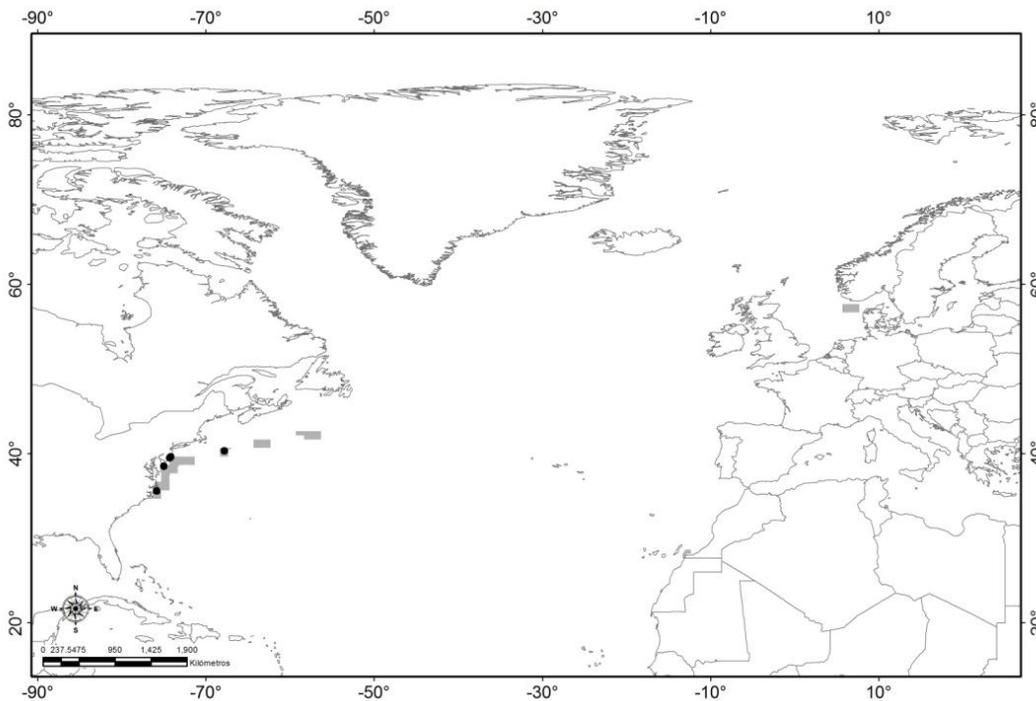
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
UAO ≥ -0.061	0.054	0.054
Nitratos < 0.982	0.1943	0.1403
Batimetría ≥ -1417	0.5858	0.3915
Silicatos < 2.289	0.8548	0.269
Batimetría ≥ -1137	0.9251	0.0703
UAO ≥ -0.052	0.96	0.0349
Distancia a la tierra ≥ 12	0.9823	0.0223
Distancia a la tierra < 127	0.9949	0.0126

Figura 35. A) *Mesoplodon europaeus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

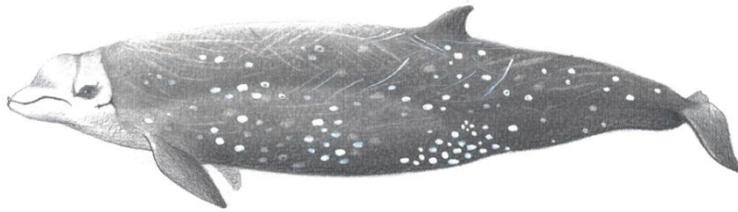


C)

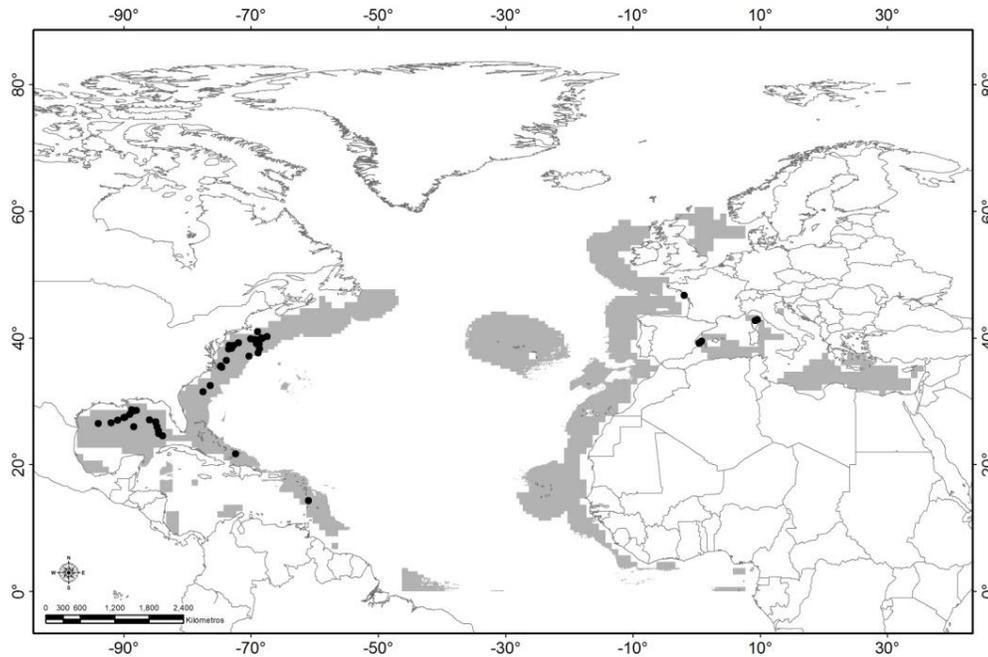
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad <33.733	0.0362	0.0362
Fosfatos <0.38	0.2394	0.2032
Silicatos <2.389	0.4163	0.1769
Temperatura >=13.812	0.9135	0.4972
Temperatura <21.475	0.9827	0.0692

Figura 36. A) *Mesoplodon mirus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

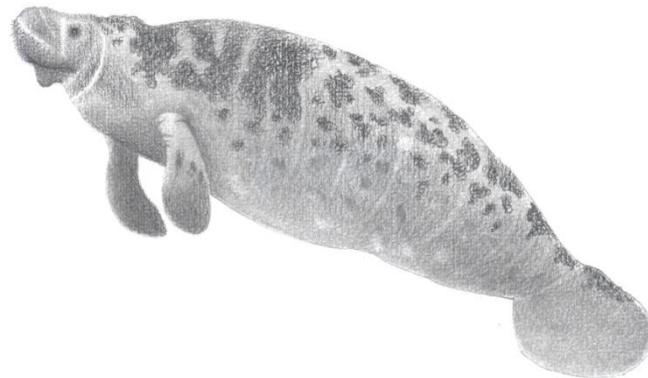


C)

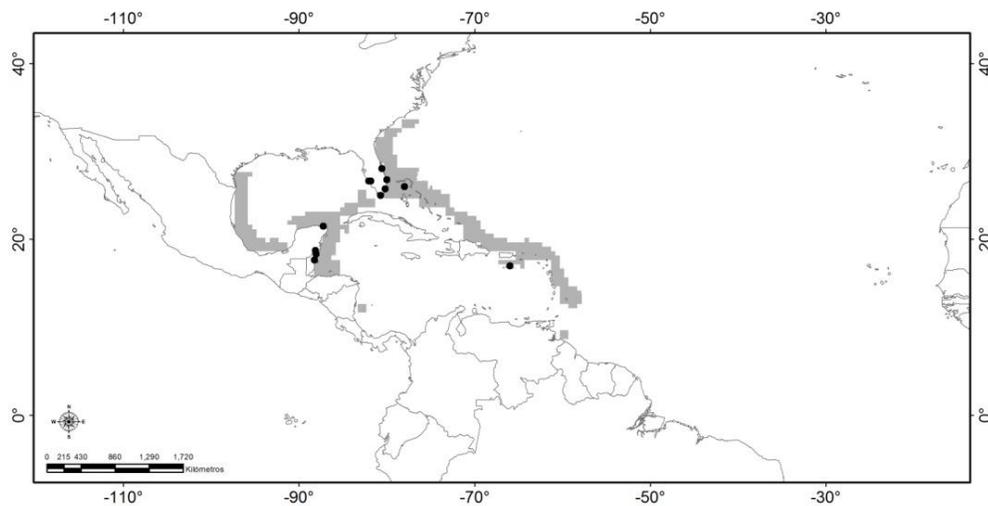
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Distancia a la tierra <498	0.3585	0.3585
Silicatos <2.747	0.6839	0.3254
Batimetría >=-4373	0.8859	0.202
PSO >=100.003	0.9468	0.0609
Temperatura >=9.549	0.9763	0.0295
Distancia a la tierra <449	0.9869	0.0106
Silicatos <2.648	0.9941	0.0072
UAO >=-0.203	0.9967	0.0026
Fosfatos >=0.147	0.9997	0.003

Figura 37. A) *Ziphius cavirostris*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

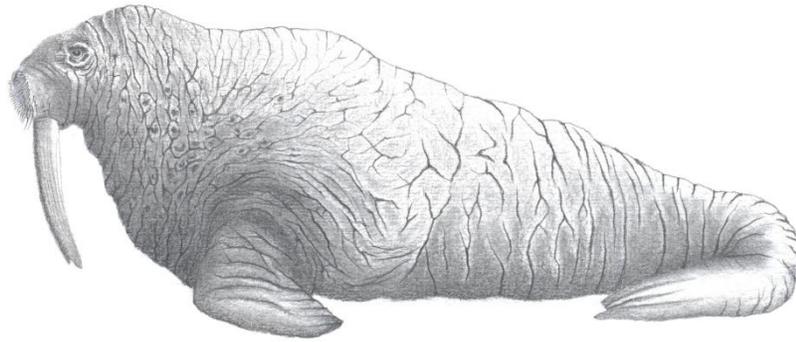


C)

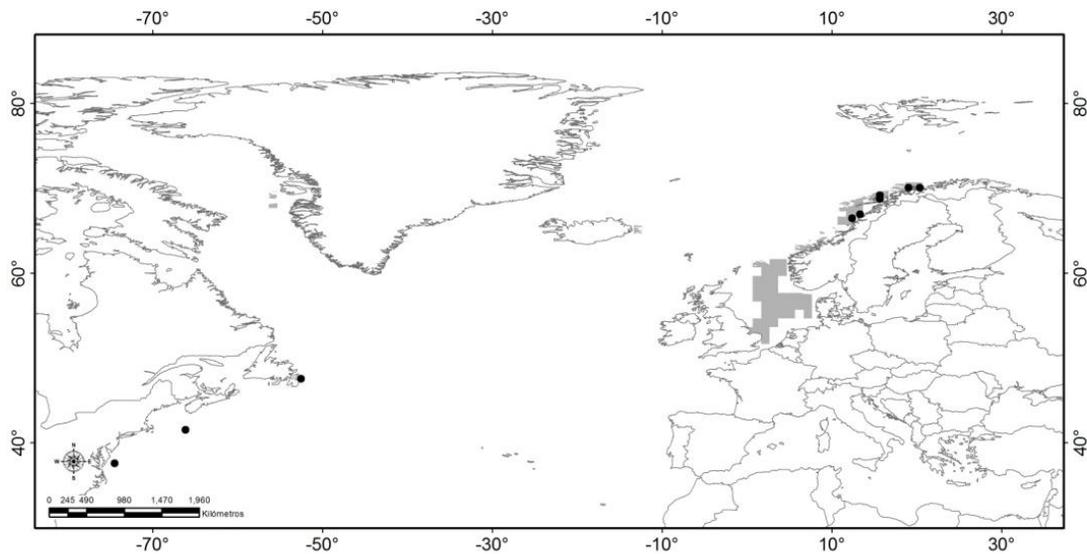
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Distancia a la tierra <180	0.1072	0.1072
Silicatos <2.136	0.344	0.2368
Temperatura >=24.535	0.8587	0.5147
UAO >=-0.144	0.9014	0.0427
Silicatos <2.113	0.9332	0.0318
Distancia a la tierra <172	0.9716	0.0384
Salinidad <36.422	0.9952	0.0236
Distancia a la tierra >=17	0.9983	0.0031

Figura 38. A) *Trichechus manatus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)



C)

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad <34.856	0.1072	0.1072
Silicatos <3.01	0.3512	0.244
Fosfatos >=0.331	0.5814	0.2302
Fosfatos <0.528	0.7037	0.1223
Batimetría >=-164	0.9452	0.2415
Nitratos >=0.977	0.9759	0.0307
Distancia a la tierra >=85	0.9973	0.0214

Figura 39. A) *Odobenus rosmarus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

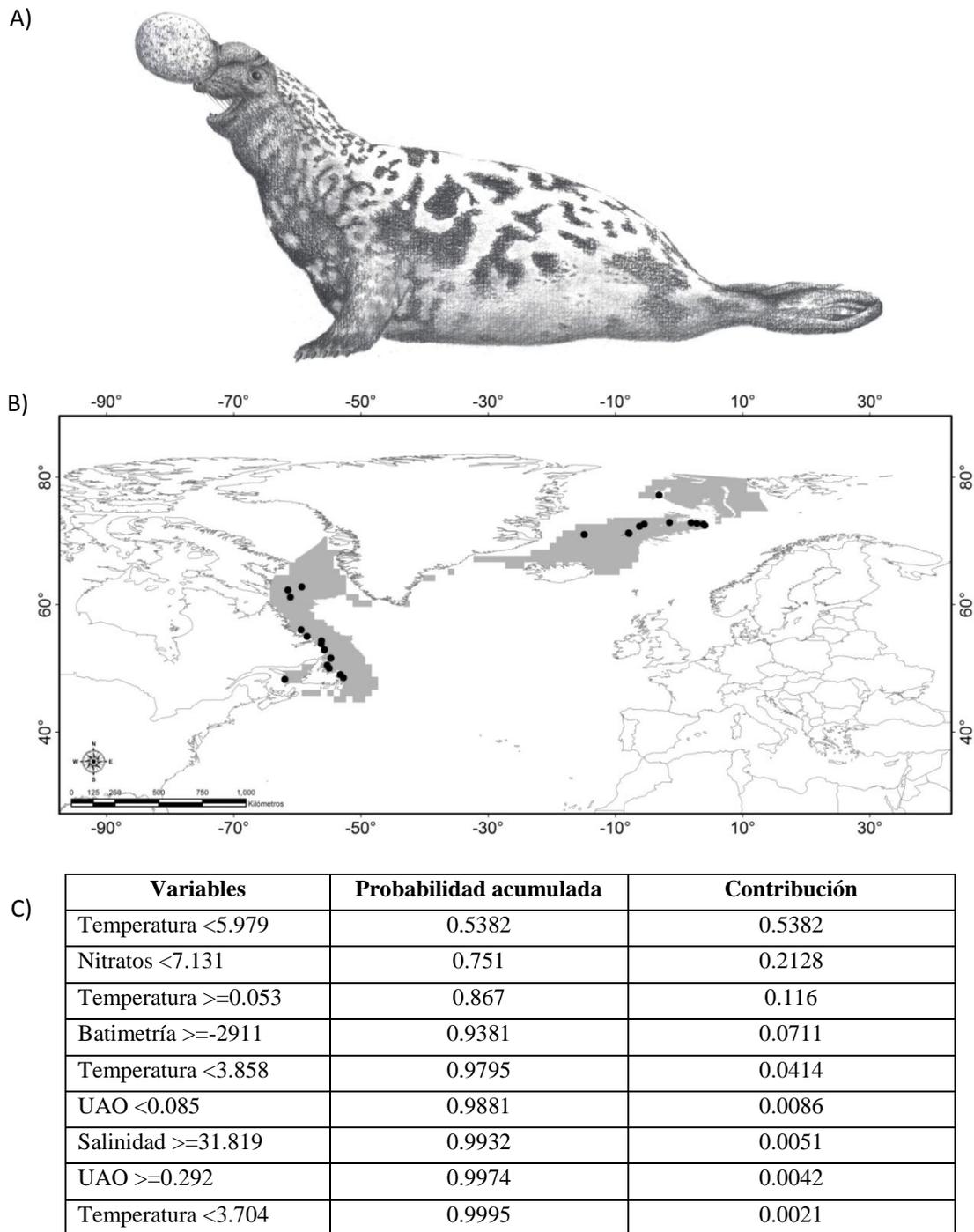
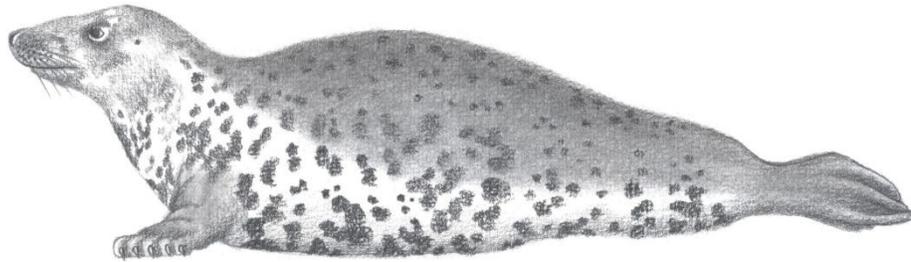
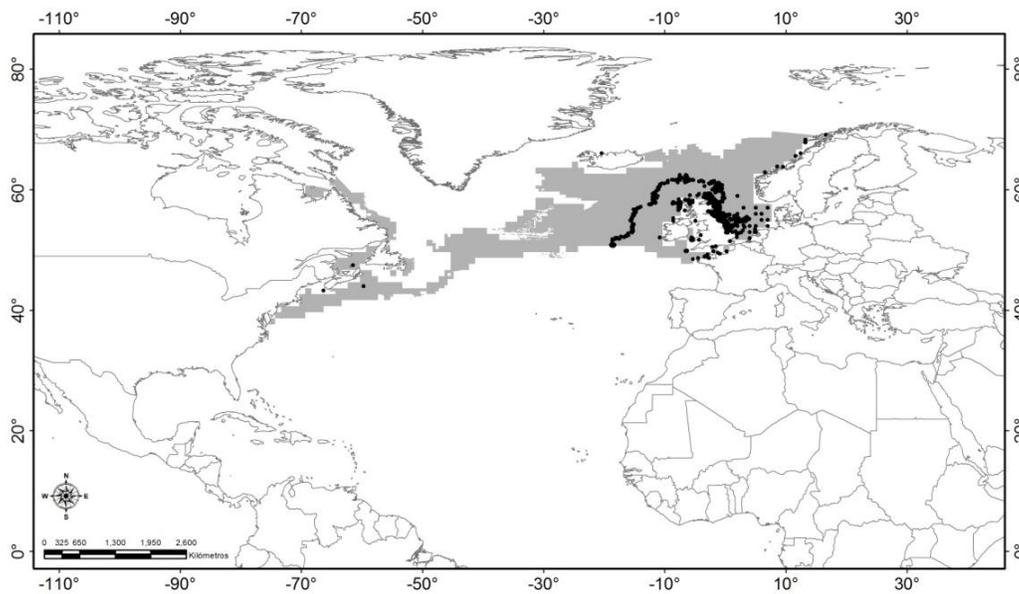


Figura 40. A) *Cystophora cristata*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

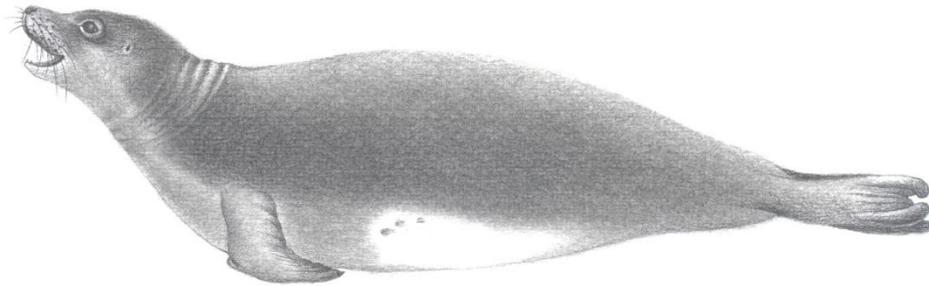


C)

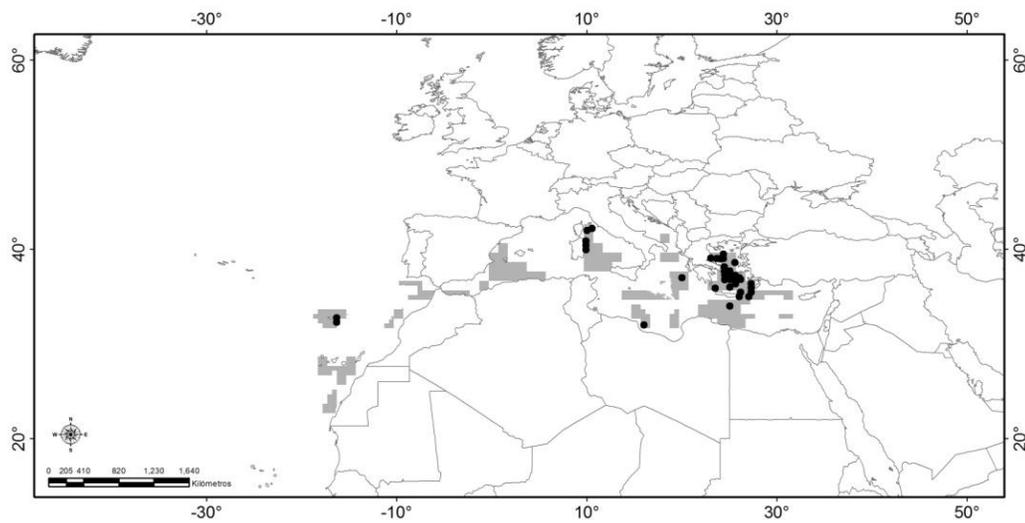
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura <13.272	0.68	0.68
Silicatos <4.43	0.8682	0.1882
PSO <102.102	0.9391	0.0709
Distancia a la tierra <243	0.9951	0.056
Distancia a la tierra >=4	0.9974	0.0023
Silicatos <4.237	0.9997	0.0023

Figura 41. A) *Halichoerus grypus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

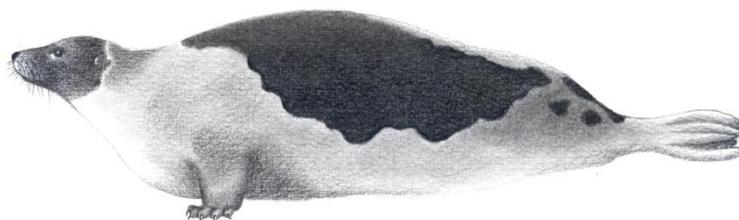


C)

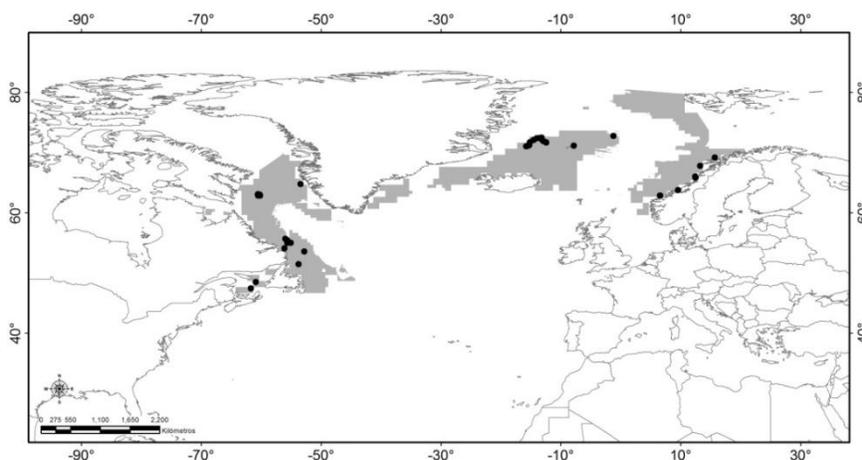
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Salinidad ≥ 37.381	0.3453	0.3453
UAO < -0.064	0.5357	0.1904
Distancia a la tierra < 188	0.8433	0.3076
UAO ≥ -0.138	0.9369	0.0936
UAO < -0.072	0.9865	0.0496
Nitratos ≥ 0.339	0.9963	0.0098

Figura 42. A) *Monachus monachus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

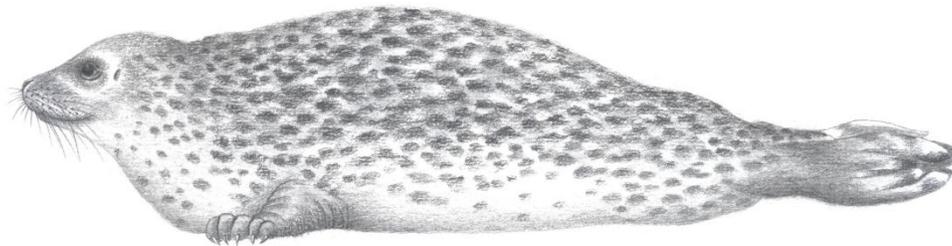


C)

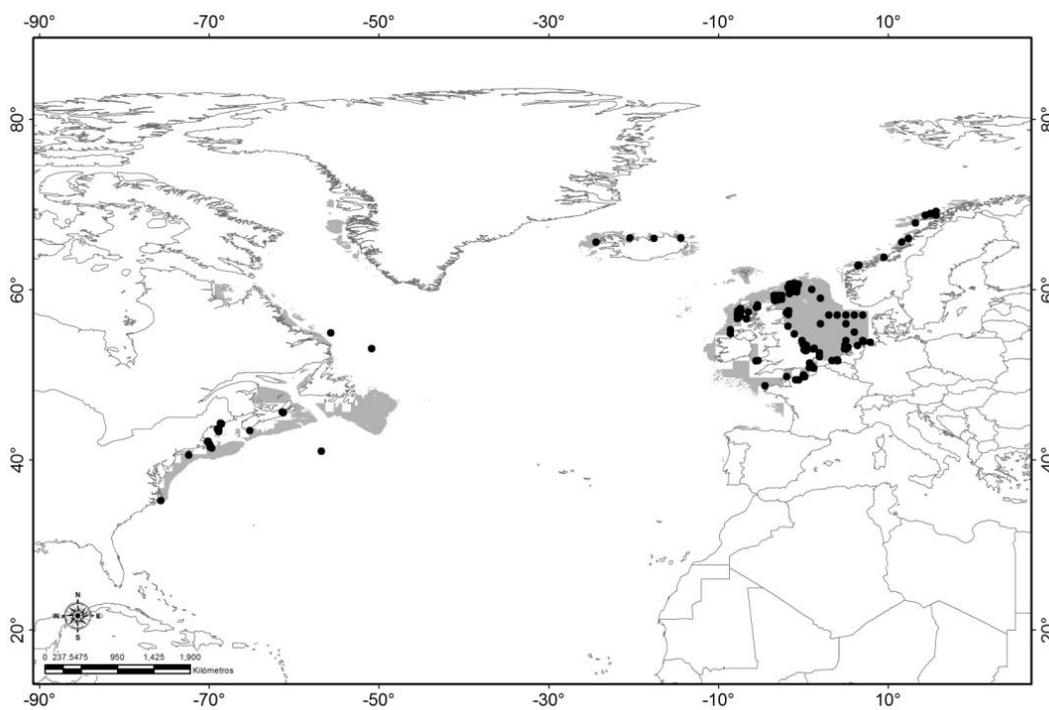
Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura <9.499	0.3866	0.3866
Distancia a la tierra <302	0.5921	0.2055
Temperatura >=0.042	0.7127	0.1206
Nitratos <7.841	0.839	0.1263
Nitratos >=2.113	0.8897	0.0507
UAO <0.052	0.9221	0.0324
Salinidad <34.874	0.9675	0.0454
Temperatura <9.397	0.9779	0.0104
UAO >=-0.2	0.9923	0.0144
Silicatos <5.592	0.9973	0.005
UAO >=-0.17	0.9988	0.0015
Temperatura >=0.13	0.9997	0.0009

Figura 43. A) *Pagophilus groenlandicus*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)

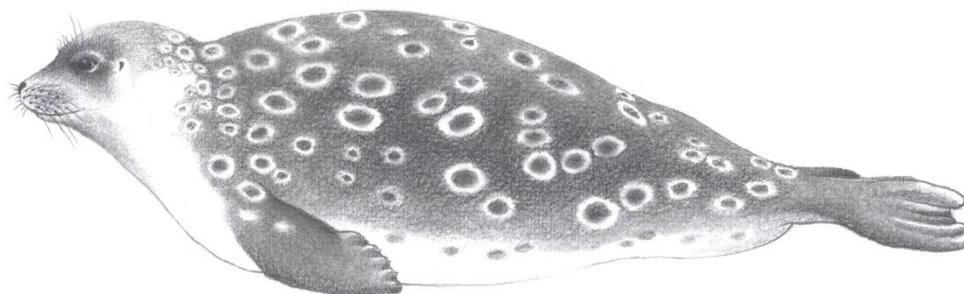


C)

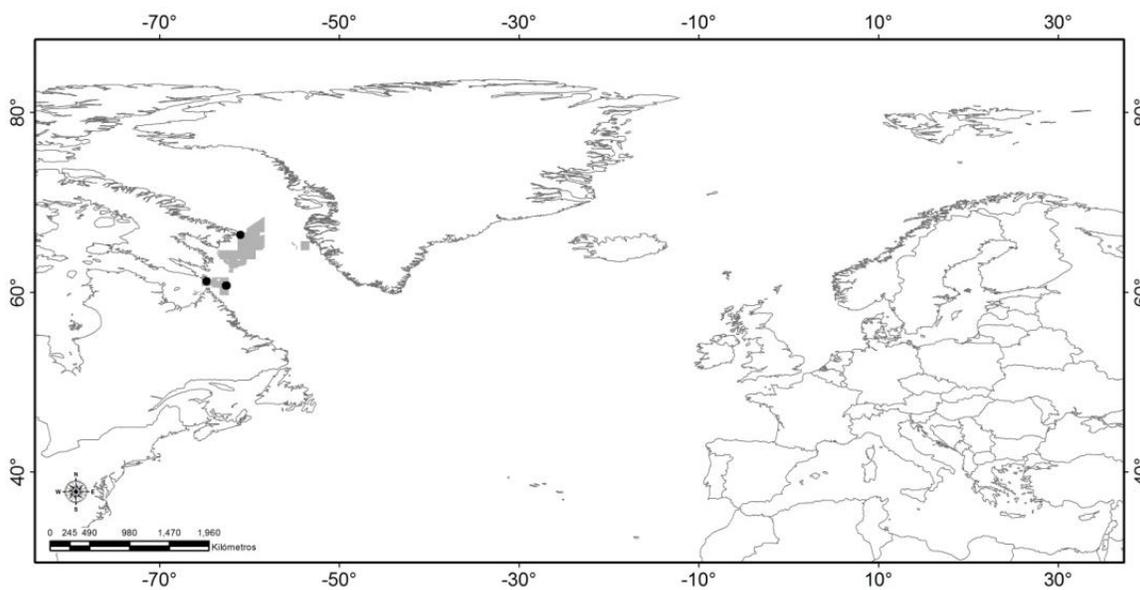
Variable	Probabilidad acumulativa	Contribución
Batimetría ≥ -172	0.6415	0.6415
Salinidad < 35.6	0.8203	0.1788
Temperatura ≥ -0.127	0.8801	0.0598
Batimetría ≥ -131	0.97	0.0899
PSO ≥ 99.437	0.9899	0.0199
Batimetría ≥ -113	0.9947	0.0048
Distancia a la tierra ≥ 27	0.999	0.0043

Figura 44. A) *Phoca vitulina*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

A)



B)



C)

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.626	0.0416	0.0416
Nitratos < 2.842	0.5532	0.5116
Batimetría < -147	0.7043	0.1511
Oxígeno disuelto ≥ 7.927	0.8216	0.1173
Oxígeno disuelto < 8.29	0.9256	0.104
Batimetría < -204	0.9886	0.063

Figura 45. A) *Pusa hispida*. B) Registros puntuales y modelo de nicho ecológico obtenido de GARP. C) Combinación de variables que influyen en la distribución con los valores que se requieren tener de cada variable para poder tener presente a la especie.

Anexo 2. Matrices de correlación de variables de cada uno de los mamíferos marinos del AN. Los valores encerrados en el rectángulo muestran las variables que presentan una correlación de 0.9 o -0.9.

Balaena mysticetus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.7915	-0.0670	-0.2864	0.5760	-0.4227	-0.6710	-0.2141	-0.6175	0.4346
DIST	-0.7915	1.0000	-0.0679	0.1654	-0.5858	0.5280	0.6597	-0.0008	0.5949	-0.5552
FOSF	-0.0670	-0.0679	1.0000	0.3233	-0.2343	0.2191	0.1054	0.7159	0.2996	-0.1598
NITR	-0.2864	0.1654	0.3233	1.0000	-0.6641	0.2665	0.5055	0.7220	0.5557	-0.2649
OXID	0.5760	-0.5858	-0.2343	-0.6641	1.0000	-0.2911	-0.6369	-0.4464	-0.9185	0.3020
PSO	-0.4227	0.5280	0.2191	0.2665	-0.2911	1.0000	0.2496	0.0400	0.3374	-0.9832
SALI	-0.6710	0.6597	0.1054	0.5055	-0.6369	0.2496	1.0000	0.4282	0.4967	-0.2868
SILI	-0.2141	-0.0008	0.7159	0.7220	-0.4464	0.0400	0.4282	1.0000	0.4698	0.0101
TEMP	-0.6175	0.5949	0.2996	0.5557	-0.9185	0.3374	0.4967	0.4698	1.0000	-0.3116
UAO	0.4346	-0.5552	-0.1598	-0.2649	0.3020	-0.9832	-0.2868	0.0101	-0.3116	1.0000

Eubalaena glacialis

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.3564	0.2748	0.2246	0.1991	-0.0877	-0.1497	0.3993	-0.1903	0.1135
DIST	-0.3564	1.0000	0.0488	0.0349	0.0732	0.1082	-0.0268	-0.1233	-0.0583	-0.1963
FOSF	0.2748	0.0488	1.0000	0.7138	0.8118	0.0412	-0.4572	0.4019	-0.7933	-0.0251
NITR	0.2246	0.0349	0.7138	1.0000	0.5109	-0.0112	-0.1352	0.3801	-0.5861	0.1297
OXID	0.1991	0.0732	0.8118	0.5109	1.0000	0.2874	-0.2789	0.2585	-0.9163	-0.2953
PSO	-0.0877	0.1082	0.0412	-0.0112	0.2874	1.0000	0.6624	0.0495	0.0780	-0.3073
SALI	-0.1497	-0.0268	-0.4572	-0.1352	-0.2789	0.6624	1.0000	-0.0660	0.4858	0.1039
SILI	0.3993	-0.1233	0.4019	0.3801	0.2585	0.0495	-0.0660	1.0000	-0.2108	0.1301
TEMP	-0.1903	-0.0583	-0.7933	-0.5861	-0.9163	0.0780	0.4858	-0.2108	1.0000	0.2176
UAO	0.1135	-0.1963	-0.0251	0.1297	-0.2953	-0.3073	0.1039	0.1301	0.2176	1.0000

Balaenoptera acutorostrata

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4947	0.0619	0.1365	0.0557	-0.0693	-0.0462	0.1321	-0.0534	0.1225
DIST	-0.4947	1.0000	-0.0558	-0.1323	-0.0314	0.1454	0.0205	-0.1478	0.0542	-0.2722
FOSF	0.0619	-0.0558	1.0000	0.6439	0.8366	0.0212	-0.3804	0.6770	-0.8244	0.1963
NITR	0.1365	-0.1323	0.6439	1.0000	0.5477	0.0059	-0.0531	0.6057	-0.5946	0.1434
OXID	0.0557	-0.0314	0.8366	0.5477	1.0000	0.1989	-0.2424	0.5333	-0.9329	0.0936
PSO	-0.0693	0.1454	0.0212	0.0059	0.1989	1.0000	0.7117	0.0152	0.1192	-0.3409
SALI	-0.0462	0.0205	-0.3804	-0.0531	-0.2424	0.7117	1.0000	-0.1001	0.4523	-0.0615
SILI	0.1321	-0.1478	0.6770	0.6057	0.5333	0.0152	-0.1001	1.0000	-0.4953	0.2513
TEMP	-0.0534	0.0542	-0.8244	-0.5946	-0.9329	0.1192	0.4523	-0.4953	1.0000	-0.1326
UAO	0.1225	-0.2722	0.1963	0.1434	0.0936	-0.3409	-0.0615	0.2513	-0.1326	1.0000

Balaenoptera borealis

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4687	0.0073	0.4101	0.2848	0.0215	0.0993	0.2058	-0.3019	-0.0072
DIST	-0.4687	1.0000	-0.2118	-0.0397	-0.2236	0.1214	0.2161	-0.0956	0.2255	-0.1471
FOSF	0.0073	-0.2118	1.0000	-0.2878	0.5893	0.2603	-0.7605	0.3378	-0.5119	-0.2963
NITR	0.4101	-0.0397	-0.2878	1.0000	-0.1708	-0.1286	0.6550	0.3977	0.0987	0.1459
OXID	0.2848	-0.2236	0.5893	-0.1708	1.0000	0.2635	-0.5352	0.1877	-0.9572	-0.3350
PSO	0.0215	0.1214	0.2603	-0.1286	0.2635	1.0000	-0.4057	-0.2576	-0.0503	-0.9883
SALI	0.0993	0.2161	-0.7605	0.6550	-0.5352	-0.4057	1.0000	-0.1186	0.3933	0.4408
SILI	0.2058	-0.0956	0.3378	0.3977	0.1877	-0.2576	-0.1186	1.0000	-0.2178	0.2367
TEMP	-0.3019	0.2255	-0.5119	0.0987	-0.9572	-0.0503	0.3933	-0.2178	1.0000	0.1231
UAO	-0.0072	-0.1471	-0.2963	0.1459	-0.3350	-0.9883	0.4408	0.2367	0.1231	1.0000

Balaenoptera edeni

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.1909	0.2978	0.2204	0.2686	-0.1001	-0.2664	0.1028	-0.2556	0.0590
DIST	-0.1909	1.0000	0.0613	0.0329	0.1093	0.2394	-0.1697	-0.0545	-0.0878	-0.2424
FOSF	0.2978	0.0613	1.0000	0.8259	0.7624	0.0971	-0.4238	0.0708	-0.7403	-0.1668
NITR	0.2204	0.0329	0.8259	1.0000	0.8015	0.1174	-0.1355	0.0592	-0.8055	-0.2116
OXID	0.2686	0.1093	0.7624	0.8015	1.0000	0.2455	-0.2539	-0.1577	-0.9920	-0.3511
PSO	-0.1001	0.2394	0.0971	0.1174	0.2455	1.0000	-0.1425	-0.0071	-0.1815	-0.9845
SALI	-0.2664	-0.1697	-0.4238	-0.1355	-0.2539	-0.1425	1.0000	-0.1910	0.1783	0.1715
SILI	0.1028	-0.0545	0.0708	0.0592	-0.1577	-0.0071	-0.1910	1.0000	0.2047	0.0125
TEMP	-0.2556	-0.0878	-0.7403	-0.8055	-0.9920	-0.1815	0.1783	0.2047	1.0000	0.2849
UAO	0.0590	-0.2424	-0.1668	-0.2116	-0.3511	-0.9845	0.1715	0.0125	0.2849	1.0000

Balaenoptera musculus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4981	0.1929	0.0081	0.1776	-0.0521	-0.3147	0.1038	-0.1680	0.0180
DIST	-0.4981	1.0000	0.1052	0.2232	-0.0315	0.0509	0.1388	0.0357	-0.0008	-0.0266
FOSF	0.1929	0.1052	1.0000	0.7768	0.7365	-0.1178	-0.4170	0.7716	-0.7704	0.3436
NITR	0.0081	0.2232	0.7768	1.0000	0.5286	-0.1219	-0.0856	0.7114	-0.6086	0.3206
OXID	0.1776	-0.0315	0.7365	0.5286	1.0000	0.0633	-0.3978	0.5636	-0.9552	0.1950
PSO	-0.0521	0.0509	-0.1178	-0.1219	0.0633	1.0000	0.6003	-0.0911	0.1773	-0.4398
SALI	-0.3147	0.1388	-0.4170	-0.0856	-0.3978	0.6003	1.0000	-0.1730	0.5075	-0.0800
SILI	0.1038	0.0357	0.7716	0.7114	0.5636	-0.0911	-0.1730	1.0000	-0.5709	0.3138
TEMP	-0.1680	-0.0008	-0.7704	-0.6086	-0.9552	0.1773	0.5075	-0.5709	1.0000	-0.2523
UAO	0.0180	-0.0266	0.3436	0.3206	0.1950	-0.4398	-0.0800	0.3138	-0.2523	1.0000

Balaenoptera physalus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5308	0.0211	-0.1713	0.1472	-0.0294	-0.3050	-0.0768	-0.1104	-0.0147
DIST	-0.5308	1.0000	0.1254	0.2384	-0.2565	0.0225	0.2627	0.1022	0.2005	0.0189
FOSF	0.0211	0.1254	1.0000	0.7010	0.5389	-0.1117	-0.1074	0.7595	-0.6058	0.4168
NITR	-0.1713	0.2384	0.7010	1.0000	0.2582	-0.1213	0.2697	0.6569	-0.3844	0.3742
OXID	0.1472	-0.2565	0.5389	0.2582	1.0000	0.1338	-0.1929	0.4151	-0.9286	0.1591
PSO	-0.0294	0.0225	-0.1117	-0.1213	0.1338	1.0000	0.6374	-0.0562	0.1894	-0.4329
SALI	-0.3050	0.2627	-0.1074	0.2697	-0.1929	0.6374	1.0000	0.0068	0.3343	-0.0093
SILI	-0.0768	0.1022	0.7595	0.6569	0.4151	-0.0562	0.0068	1.0000	-0.4306	0.2940
TEMP	-0.1104	0.2005	-0.6058	-0.3844	-0.9286	0.1894	0.3343	-0.4306	1.0000	-0.2739
UAO	-0.0147	0.0189	0.4168	0.3742	0.1591	-0.4329	-0.0093	0.2940	-0.2739	1.0000

Megaptera novaeangliae

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4485	0.1944	0.1204	0.2046	-0.1150	-0.1898	0.1308	-0.2282	0.1523
DIST	-0.4485	1.0000	0.0952	0.1209	0.0237	0.1194	0.0067	-0.0353	-0.0259	-0.1822
FOSF	0.1944	0.0952	1.0000	0.8235	0.8361	-0.0809	-0.4690	0.6562	-0.8567	0.2394
NITR	0.1204	0.1209	0.8235	1.0000	0.6523	-0.0854	-0.2196	0.6388	-0.7086	0.2222
OXID	0.2046	0.0237	0.8361	0.6523	1.0000	0.0851	-0.4215	0.5006	-0.9610	0.0920
PSO	-0.1150	0.1194	-0.0809	-0.0854	0.0851	1.0000	0.5714	-0.0379	0.1380	-0.4339
SALI	-0.1898	0.0067	-0.4690	-0.2196	-0.4215	0.5714	1.0000	-0.2261	0.5130	-0.0499
SILI	0.1308	-0.0353	0.6562	0.6388	0.5006	-0.0379	-0.2261	1.0000	-0.4850	0.2249
TEMP	-0.2282	-0.0259	-0.8567	-0.7086	-0.9610	0.1380	0.5130	-0.4850	1.0000	-0.1360
UAO	0.1523	-0.1822	0.2394	0.2222	0.0920	-0.4339	-0.0499	0.2249	-0.1360	1.0000

Delphinus delphis

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6216	0.4629	0.3104	0.4154	-0.1335	-0.3230	0.3765	-0.3931	0.1559
DIST	-0.6216	1.0000	-0.1377	-0.0299	-0.1561	0.0822	0.1311	-0.1287	0.1088	-0.1058
FOSF	0.4629	-0.1377	1.0000	0.8222	0.8485	-0.1265	-0.5332	0.6988	-0.8502	0.2529
NITR	0.3104	-0.0299	0.8222	1.0000	0.6541	-0.1418	-0.2536	0.6594	-0.7155	0.2830
OXID	0.4154	-0.1561	0.8485	0.6541	1.0000	0.0618	-0.4564	0.5857	-0.9590	0.0466
PSO	-0.1335	0.0822	-0.1265	-0.1418	0.0618	1.0000	0.5422	-0.0780	0.1607	-0.4448
SALI	-0.3230	0.1311	-0.5332	-0.2536	-0.4564	0.5422	1.0000	-0.2749	0.5162	-0.0340
SILI	0.3765	-0.1287	0.6988	0.6594	0.5857	-0.0780	-0.2749	1.0000	-0.5671	0.2224
TEMP	-0.3931	0.1088	-0.8502	-0.7155	-0.9590	0.1607	0.5162	-0.5671	1.0000	-0.1095
UAO	0.1559	-0.1058	0.2529	0.2830	0.0466	-0.4448	-0.0340	0.2224	-0.1095	1.0000

Feresa attenuata

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4671	-0.0955	-0.2032	-0.3140	-0.1092	0.0768	0.0506	0.2918	0.2015
DIST	-0.4671	1.0000	0.1871	0.1697	0.2319	0.0909	-0.1817	0.0943	-0.1834	-0.1695
FOSF	-0.0955	0.1871	1.0000	0.6654	0.1540	-0.0024	-0.3673	0.3553	-0.0936	0.1033
NITR	-0.2032	0.1697	0.6654	1.0000	0.3546	-0.0229	-0.1861	0.2284	-0.3484	0.0852
OXID	-0.3140	0.2319	0.1540	0.3546	1.0000	0.4020	0.1529	-0.0129	-0.9039	-0.4524
PSO	-0.1092	0.0909	-0.0024	-0.0229	0.4020	1.0000	0.5484	0.0575	-0.0081	-0.4644
SALI	0.0768	-0.1817	-0.3673	-0.1861	0.1529	0.5484	1.0000	-0.0714	-0.0102	-0.0763
SILI	0.0506	0.0943	0.3553	0.2284	-0.0129	0.0575	-0.0714	1.0000	0.0784	0.0618
TEMP	0.2918	-0.1834	-0.0936	-0.3484	-0.9039	-0.0081	-0.0102	0.0784	1.0000	0.3673
UAO	0.2015	-0.1695	0.1033	0.0852	-0.4524	-0.4644	-0.0763	0.0618	0.3673	1.0000

Globicephala macrorhynchus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5701	0.1938	0.0508	-0.0617	-0.1554	0.1963	0.1797	-0.0045	0.2714
DIST	-0.5701	1.0000	-0.0681	0.0525	0.1331	0.1348	-0.2031	0.1181	-0.0756	-0.2614
FOSF	0.1938	-0.0681	1.0000	0.6972	0.3647	-0.0203	-0.3050	0.3818	-0.3362	0.0759
NITR	0.0508	0.0525	0.6972	1.0000	0.6183	-0.0251	-0.1198	0.3061	-0.6279	0.0160
OXID	-0.0617	0.1331	0.3647	0.6183	1.0000	0.2780	0.1308	0.0902	-0.9378	-0.3530
PSO	-0.1554	0.1348	-0.0203	-0.0251	0.2780	1.0000	0.4506	0.0862	0.0440	-0.4474
SALI	0.1963	-0.2031	-0.3050	-0.1198	0.1308	0.4506	1.0000	-0.0362	-0.0737	0.0169
SILI	0.1797	0.1181	0.3818	0.3061	0.0902	0.0862	-0.0362	1.0000	-0.0444	-0.0574
TEMP	-0.0045	-0.0756	-0.3362	-0.6279	-0.9378	0.0440	-0.0737	-0.0444	1.0000	0.2376
UAO	0.2714	-0.2614	0.0759	0.0160	-0.3530	-0.4474	0.0169	-0.0574	0.2376	1.0000

Globicephala melas

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6576	0.4602	0.2259	0.4626	-0.0744	-0.3809	0.2972	-0.4517	0.0264
DIST	-0.6576	1.0000	-0.2489	-0.1028	-0.3262	0.0820	0.2401	-0.1270	0.2909	-0.0964
FOSF	0.4602	-0.2489	1.0000	0.7096	0.8107	-0.0583	-0.4088	0.8350	-0.8207	0.2565
NITR	0.2259	-0.1028	0.7096	1.0000	0.5446	-0.0590	-0.0149	0.7602	-0.6187	0.2120
OXID	0.4626	-0.3262	0.8107	0.5446	1.0000	0.1350	-0.3368	0.6770	-0.9477	0.0392
PSO	-0.0744	0.0820	-0.0583	-0.0590	0.1350	1.0000	0.6519	-0.0555	0.1412	-0.3560
SALI	-0.3809	0.2401	-0.4088	-0.0149	-0.3368	0.6519	1.0000	-0.1759	0.4787	-0.0196
SILI	0.2972	-0.1270	0.8350	0.7602	0.6770	-0.0555	-0.1759	1.0000	-0.6910	0.2877
TEMP	-0.4517	0.2909	-0.8207	-0.6187	0.9477	0.1412	0.4787	-0.6910	1.0000	-0.1119
UAO	0.0264	-0.0964	0.2565	0.2120	0.0392	-0.3560	-0.0196	0.2877	-0.1119	1.0000

Grampus griseus

	BATI	DIST	NITR	FOSF	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6010	0.2997	0.4031	0.2565	-0.1769	-0.2178	0.3901	-0.2146	0.1687
DIST	-0.6010	1.0000	0.0022	-0.0595	0.0498	0.1599	-0.0114	-0.1558	-0.0861	-0.2135
NITR	0.2997	0.0022	1.0000	0.7788	0.5726	-0.1889	-0.2965	0.3298	-0.6300	0.1954
FOSF	0.4031	-0.0595	0.7788	1.0000	0.7985	-0.1259	-0.6196	0.3486	-0.7714	0.0662
OXID	0.2565	0.0498	0.5726	0.7985	1.0000	0.1406	-0.5262	0.1727	-0.9733	-0.2731
PSO	-0.1769	0.1599	-0.1889	-0.1259	0.1406	1.0000	0.1760	-0.1722	-0.0158	-0.7010
SALI	-0.2178	-0.0114	-0.2965	-0.6196	-0.5262	0.1760	1.0000	-0.1489	0.4582	0.1530
SILI	0.3901	-0.1558	0.3298	0.3486	0.1727	-0.1722	-0.1489	1.0000	-0.1437	0.2273
TEMP	-0.2146	-0.0861	-0.6300	-0.7714	0.9733	-0.0158	0.4582	-0.1437	1.0000	0.2069
UAO	0.1687	-0.2135	0.1954	0.0662	-0.2731	-0.7010	0.1530	0.2273	0.2069	1.0000

Lagenodelphis hosei

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4244	-0.0762	-0.1147	-0.1219	0.0216	0.1414	0.2985	0.1022	0.0047
DIST	-0.4244	1.0000	0.4484	0.6410	-0.2671	0.2746	-0.3194	-0.0308	0.2412	-0.1355
FOSF	-0.0762	0.4484	1.0000	0.7415	0.3511	0.0002	-0.3975	0.0161	-0.2934	0.0041
NITR	-0.1147	0.6410	0.7415	1.0000	0.0334	0.2048	-0.4584	-0.1895	-0.0128	-0.1280
OXID	-0.1219	-0.2671	0.3511	0.0334	1.0000	-0.2099	0.3606	-0.2430	-0.9692	-0.0113
PSO	0.0216	0.2746	0.0002	0.2048	-0.2099	1.0000	0.0305	0.1388	0.2478	-0.9641
SALI	0.1414	-0.3194	-0.3975	-0.4584	0.3606	0.0305	1.0000	-0.1603	-0.5227	-0.1057
SILI	0.2985	-0.0308	0.0161	-0.1895	-0.2430	0.1388	-0.1603	1.0000	0.3224	-0.1149
TEMP	0.1022	0.2412	-0.2934	-0.0128	0.9692	0.2478	-0.5227	0.3224	1.0000	-0.0543
UAO	0.0047	-0.1355	0.0041	-0.1280	-0.0113	-0.9641	-0.1057	-0.1149	-0.0543	1.0000

Lagenorhynchus acutus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.7030	0.3622	0.1009	0.4200	-0.0011	-0.4682	0.1522	-0.3787	-0.0578
DIST	-0.7030	1.0000	-0.3073	-0.1174	-0.4439	0.0899	0.4060	-0.1098	0.3993	-0.0282
FOSF	0.3622	-0.3073	1.0000	0.6471	0.7424	-0.4025	-0.4282	0.8273	-0.7737	0.2917
NITR	0.1009	-0.1174	0.6471	1.0000	0.4117	-0.3776	0.2435	0.7584	-0.5147	0.3006
OXID	0.4200	-0.4439	0.7424	0.4117	1.0000	-0.1371	-0.5351	0.6072	-0.9803	-0.0150
PSO	-0.0011	0.0899	-0.4025	-0.3776	-0.1371	1.0000	-0.0371	-0.3730	0.2358	-0.9780
SALI	-0.4682	0.4060	-0.4282	0.2435	-0.5351	-0.0371	1.0000	-0.1219	0.4418	0.1188
SILI	0.1522	-0.1098	0.8273	0.7584	0.6072	-0.3730	-0.1219	1.0000	-0.6470	0.2986
TEMP	-0.3787	0.3993	-0.7737	-0.5147	-0.9803	0.2358	0.4418	-0.6470	1.0000	-0.0818
UAO	-0.0578	-0.0282	0.2917	0.3006	-0.0150	-0.9780	0.1188	0.2986	-0.0818	1.0000

Lagenorhynchus albirostris

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.1634	-0.2752	-0.1925	-0.3334	-0.0504	-0.0934	-0.1826	0.3379	-0.0384
DIST	-0.1634	1.0000	-0.1720	-0.1648	-0.0475	0.1497	0.0825	-0.1893	0.1055	-0.2766
FOSF	-0.2752	-0.1720	1.0000	0.4303	0.7100	0.1302	-0.0565	0.6644	-0.6752	0.2256
NITR	-0.1925	-0.1648	0.4303	1.0000	0.1965	0.0801	0.2839	0.5398	-0.2614	0.0686
OXID	-0.3334	-0.0475	0.7100	0.1965	1.0000	0.3666	0.0747	0.3533	-0.8584	0.0441
PSO	-0.0504	0.1497	0.1302	0.0801	0.3666	1.0000	0.8084	0.0832	0.1130	-0.2939
SALI	-0.0934	0.0825	-0.0565	0.2839	0.0747	0.8084	1.0000	0.0695	0.2847	-0.0355
SILI	-0.1826	-0.1893	0.6644	0.5398	0.3533	0.0832	0.0695	1.0000	-0.2782	0.2415
TEMP	0.3379	0.1055	-0.6752	-0.2614	-0.8584	0.1130	0.2847	-0.2782	1.0000	-0.1280
UAO	-0.0384	-0.2766	0.2256	0.0686	0.0441	-0.2939	-0.0355	0.2415	-0.1280	1.0000

Orcinus orca

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6467	0.2931	0.0865	0.2923	-0.0553	-0.2912	0.1364	-0.2904	-0.0056
DIST	-0.6467	1.0000	-0.1553	-0.0085	-0.2706	0.0694	0.2066	-0.0624	0.2354	-0.0622
FOSF	0.2931	-0.1553	1.0000	0.7325	0.7364	-0.0723	-0.2793	0.8358	-0.7728	0.3174
NITR	0.0865	-0.0085	0.7325	1.0000	0.4972	-0.1059	0.0914	0.7516	-0.5908	0.3564
OXID	0.2923	-0.2706	0.7364	0.4972	1.0000	0.1353	-0.2695	0.6556	-0.9485	0.0605
PSO	-0.0553	0.0694	-0.0723	-0.1059	0.1353	1.0000	0.6312	-0.0611	0.1354	-0.3874
SALI	-0.2912	0.2066	-0.2793	0.0914	-0.2695	0.6312	1.0000	-0.0986	0.4096	0.0617
SILI	0.1364	-0.0624	0.8358	0.7516	0.6556	-0.0611	-0.0986	1.0000	-0.6852	0.3014
TEMP	-0.2904	0.2354	-0.7728	-0.5908	-0.9485	0.1354	0.4096	-0.6852	1.0000	-0.1429
UAO	-0.0056	-0.0622	0.3174	0.3564	0.0605	-0.3874	0.0617	0.3014	-0.1429	1.0000

Peponocephala electra

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6581	0.1000	-0.0320	-0.2354	-0.0853	0.0760	0.2265	0.2082	0.1431
DIST	-0.6581	1.0000	0.0731	0.1033	0.2126	0.0518	-0.1631	-0.1017	-0.1800	-0.0769
FOSF	0.1000	0.0731	1.0000	0.5289	0.1973	-0.0024	-0.4609	0.2132	-0.1159	0.0822
NITR	-0.0320	0.1033	0.5289	1.0000	0.4482	-0.0227	-0.2157	0.1316	-0.4288	0.0769
OXID	-0.2354	0.2126	0.1973	0.4482	1.0000	0.3463	0.1365	-0.3317	-0.9233	-0.4002
PSO	-0.0853	0.0518	-0.0024	-0.0227	0.3463	1.0000	0.5196	-0.0541	-0.0050	-0.4801
SALI	0.0760	-0.1631	-0.4609	-0.2157	0.1365	0.5196	1.0000	-0.1271	-0.0420	-0.1171
SILI	0.2265	-0.1017	0.2132	0.1316	-0.3317	-0.0541	-0.1271	1.0000	0.4010	0.2733
TEMP	0.2082	-0.1800	-0.1159	-0.4288	-0.9233	-0.0050	-0.0420	0.4010	1.0000	0.3298
UAO	0.1431	-0.0769	0.0822	0.0769	-0.4002	-0.4801	-0.1171	0.2733	0.3298	1.0000

Pseudorca crassidens

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5048	0.4524	0.3532	0.2851	-0.1525	-0.3135	0.3560	-0.2639	0.1559
DIST	-0.5048	1.0000	-0.0171	0.0488	0.1239	0.0763	0.1240	0.0277	-0.1346	-0.1032
FOSF	0.4524	-0.0171	1.0000	0.8933	0.7340	-0.2338	-0.5226	0.5782	-0.7137	0.2805
NITR	0.3532	0.0488	0.8933	1.0000	0.7456	-0.2733	-0.3124	0.5206	-0.7590	0.3424
OXID	0.2851	0.1239	0.7340	0.7456	1.0000	0.0399	-0.2918	0.3327	-0.9766	-0.0822
PSO	-0.1525	0.0763	-0.2338	-0.2733	0.0399	1.0000	0.4306	-0.0469	0.1222	-0.6761
SALI	-0.3135	0.1240	-0.5226	-0.3124	-0.2918	0.4306	1.0000	-0.4230	0.2913	-0.0695
SILI	0.3560	0.0277	0.5782	0.5206	0.3327	-0.0469	-0.4230	1.0000	-0.2734	0.0800
TEMP	-0.2639	-0.1346	-0.7137	-0.7590	-0.9766	0.1222	0.2913	-0.2734	1.0000	0.0086
UAO	0.1559	-0.1032	0.2805	0.3424	-0.0822	-0.6761	-0.0695	0.0800	0.0086	1.0000

Stenella attenuata

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4420	0.0752	0.0528	-0.1383	-0.1969	0.0233	0.2689	0.1292	0.2007
DIST	-0.4420	1.0000	0.0949	0.0808	0.1814	0.1820	-0.1654	-0.0641	-0.1446	-0.1968
FOSF	0.0752	0.0949	1.0000	0.7239	0.3958	-0.1727	-0.4218	0.1765	-0.3667	0.1495
NITR	0.0528	0.0808	0.7239	1.0000	0.5485	-0.1569	-0.1730	0.1201	-0.5544	0.1249
OXID	-0.1383	0.1814	0.3958	0.5485	1.0000	0.3066	-0.0363	-0.2434	-0.9844	-0.3926
PSO	-0.1969	0.1820	-0.1727	-0.1569	0.3066	1.0000	0.0173	-0.2017	-0.2125	-0.9922
SALI	0.0233	-0.1654	-0.4218	-0.1730	-0.0363	0.0173	1.0000	-0.2384	-0.0776	-0.0129
SILI	0.2689	-0.0641	0.1765	0.1201	-0.2434	-0.2017	-0.2384	1.0000	0.2799	0.2227
TEMP	0.1292	-0.1446	-0.3667	-0.5544	-0.9844	-0.2125	-0.0776	0.2799	1.0000	0.2997
UAO	0.2007	-0.1968	0.1495	0.1249	-0.3926	-0.9922	-0.0129	0.2227	0.2997	1.0000

Stenella clymene

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4574	0.3903	-0.0599	-0.4828	0.1833	-0.3697	0.4622	0.4946	-0.1227
DIST	-0.4574	1.0000	-0.2584	-0.3012	-0.1513	0.0970	-0.0265	-0.0569	0.1787	-0.0958
FOSF	0.3903	-0.2584	1.0000	0.4564	-0.1235	0.2382	-0.5171	0.3805	0.2387	-0.2138
NITR	-0.0599	-0.3012	0.4564	1.0000	0.1790	-0.0789	0.2438	-0.0230	-0.1818	0.0610
OXID	-0.4828	-0.1513	-0.1235	0.1790	1.0000	-0.1532	0.2242	-0.3676	-0.9606	0.0678
PSO	0.1833	0.0970	0.2382	-0.0789	-0.1532	1.0000	-0.0776	0.1513	0.3049	-0.9949
SALI	-0.3697	-0.0265	-0.5171	0.2438	0.2242	-0.0776	1.0000	-0.1952	-0.3025	0.0461
SILI	0.4622	-0.0569	0.3805	-0.0230	-0.3676	0.1513	-0.1952	1.0000	0.4900	-0.1197
TEMP	0.4946	0.1787	0.2387	-0.1818	-0.9606	0.3049	-0.3025	0.4900	1.0000	-0.2272
UAO	-0.1227	-0.0958	-0.2138	0.0610	0.0678	-0.9949	0.0461	-0.1197	-0.2272	1.0000

Stenella coeruleoalba

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5734	0.3520	0.2768	0.2140	-0.1618	-0.1228	0.3713	-0.2001	0.1839
DIST	-0.5734	1.0000	0.0440	0.0526	0.1483	0.1341	-0.1237	-0.0847	-0.1534	-0.2228
FOSF	0.3520	0.0440	1.0000	0.7869	0.7170	-0.1057	-0.6118	0.3556	-0.6796	0.0765
NITR	0.2768	0.0526	0.7869	1.0000	0.6407	-0.1596	-0.3356	0.3540	-0.6742	0.1772
OXID	0.2140	0.1483	0.7170	0.6407	1.0000	0.1565	-0.4448	0.2611	-0.9663	-0.2591
PSO	-0.1618	0.1341	-0.1057	-0.1596	0.1565	1.0000	0.2573	-0.0985	0.0284	-0.6362
SALI	-0.1228	-0.1237	-0.6118	-0.3356	-0.4448	0.2573	1.0000	-0.0649	0.4003	0.1131
SILI	0.3713	-0.0847	0.3556	0.3540	0.2611	-0.0985	-0.0649	1.0000	-0.2614	0.1415
TEMP	-0.2001	-0.1534	-0.6796	-0.6742	-0.9663	0.0284	0.4003	-0.2614	1.0000	0.1689
UAO	0.1839	-0.2228	0.0765	0.1772	-0.2591	-0.6362	0.1131	0.1415	0.1689	1.0000

Stenella frontalis

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5623	0.2190	0.1735	-0.0124	-0.1349	-0.0193	0.2598	-0.0500	0.1988
DIST	-0.5623	1.0000	-0.0081	-0.0237	0.1261	0.1301	-0.0171	-0.1440	-0.0623	-0.2024
FOSF	0.2190	-0.0081	1.0000	0.6583	0.3625	0.0236	-0.2092	0.0974	-0.3114	0.0797
NITR	0.1735	-0.0237	0.6583	1.0000	0.5117	0.0099	-0.0714	0.0482	-0.5266	0.0164
OXID	-0.0124	0.1261	0.3625	0.5117	1.0000	0.4678	0.2625	-0.2373	-0.8333	-0.4581
PSO	-0.1349	0.1301	0.0236	0.0099	0.4678	1.0000	0.7389	0.0043	0.0729	-0.3892
SALI	-0.0193	-0.0171	-0.2092	-0.0714	0.2625	0.7389	1.0000	-0.1119	0.1010	-0.0169
SILI	0.2598	-0.1440	0.0974	0.0482	-0.2373	0.0043	-0.1119	1.0000	0.3312	0.2087
TEMP	-0.0500	-0.0623	-0.3114	-0.5266	-0.8333	0.0729	0.1010	0.3312	1.0000	0.3535
UAO	0.1988	-0.2024	0.0797	0.0164	-0.4581	-0.3892	-0.0169	0.2087	0.3535	1.0000

Stenella longirostris

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.3739	0.1591	0.0860	-0.0075	-0.0674	-0.0714	0.1049	0.0272	0.0687
DIST	-0.3739	1.0000	0.2259	0.1826	0.1910	0.1242	-0.1513	0.0033	-0.1819	-0.1483
FOSF	0.1591	0.2259	1.0000	0.5794	0.3989	0.0761	-0.5088	0.0649	-0.3287	-0.1011
NITR	0.0860	0.1826	0.5794	1.0000	0.5224	0.0311	-0.1688	0.0092	-0.5123	-0.0845
OXID	-0.0075	0.1910	0.3989	0.5224	1.0000	0.4388	-0.0311	-0.3888	-0.9853	-0.5298
PSO	-0.0674	0.1242	0.0761	0.0311	0.4388	1.0000	0.0537	-0.3507	-0.3977	-0.9914
SALI	-0.0714	-0.1513	-0.5088	-0.1688	-0.0311	0.0537	1.0000	-0.1775	-0.0836	-0.0495
SILI	0.1049	0.0033	0.0649	0.0092	-0.3888	-0.3507	-0.1775	1.0000	0.4259	0.3706
TEMP	0.0272	-0.1819	-0.3287	-0.5123	-0.9853	-0.3977	-0.0836	0.4259	1.0000	0.4892
UAO	0.0687	-0.1483	-0.1011	-0.0845	-0.5298	-0.9914	-0.0495	0.3706	0.4892	1.0000

Steno bredanensis

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4748	0.2831	0.1158	-0.0521	-0.1770	0.0203	0.3150	0.0212	0.2090
DIST	-0.4748	1.0000	-0.2993	-0.1865	0.0451	0.2130	0.0250	-0.2259	0.0080	-0.2688
FOSF	0.2831	-0.2993	1.0000	0.6679	0.3393	-0.1228	-0.3625	0.2475	-0.3086	0.1428
NITR	0.1158	-0.1865	0.6679	1.0000	0.5605	-0.1285	-0.1562	0.1319	-0.5863	0.1241
OXID	-0.0521	0.0451	0.3393	0.5605	1.0000	0.3346	0.1298	-0.2210	-0.9561	-0.4464
PSO	-0.1770	0.2130	-0.1228	-0.1285	0.3346	1.0000	0.2928	-0.1186	-0.1044	-0.7060
SALI	0.0203	0.0250	-0.3625	-0.1562	0.1298	0.2928	1.0000	-0.2946	-0.1656	-0.0301
SILI	0.3150	-0.2259	0.2475	0.1319	-0.2210	-0.1186	-0.2946	1.0000	0.2651	0.2114
TEMP	0.0212	0.0080	-0.3086	-0.5863	-0.9561	-0.1044	-0.1656	0.2651	1.0000	0.3276
UAO	0.2090	-0.2688	0.1428	0.1241	-0.4464	-0.7060	-0.0301	0.2114	0.3276	1.0000

Tursiops truncatus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5006	0.5350	0.4295	0.3757	-0.1505	-0.2852	0.4933	-0.3724	0.1707
DIST	-0.5006	1.0000	-0.2826	-0.2146	-0.1242	0.1652	0.1388	-0.3154	0.1320	-0.2711
FOSF	0.5350	-0.2826	1.0000	0.8125	0.8040	-0.0525	-0.5234	0.4150	-0.7848	0.0564
NITR	0.4295	-0.2146	0.8125	1.0000	0.6459	-0.0794	-0.2853	0.3907	-0.6926	0.1293
OXID	0.3757	-0.1242	0.8040	0.6459	1.0000	0.2183	-0.3518	0.2285	-0.9480	-0.2898
PSO	-0.1505	0.1652	-0.0525	-0.0794	0.2183	1.0000	0.5420	-0.0819	0.0389	-0.4482
SALI	-0.2852	0.1388	-0.5234	-0.2853	-0.3518	0.5420	1.0000	-0.2020	0.4294	0.0483
SILI	0.4933	-0.3154	0.4150	0.3907	0.2285	-0.0819	-0.2020	1.0000	-0.1955	0.2426
TEMP	-0.3724	0.1320	-0.7848	-0.6926	-0.9480	0.0389	0.4294	-0.1955	1.0000	0.2284
UAO	0.1707	-0.2711	0.0564	0.1293	-0.2898	-0.4482	0.0483	0.2426	0.2284	1.0000

Delphinapterus leucas

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.2733	0.0439	0.1099	-0.0045	-0.1101	-0.1214	-0.0699	-0.2551	-0.0498
DIST	-0.2733	1.0000	0.2683	0.0294	0.4127	0.4903	0.4827	0.1107	0.1888	-0.3279
FOSF	0.0439	0.2683	1.0000	0.6012	0.8398	0.6428	0.5882	0.7386	-0.2701	0.2321
NITR	0.1099	0.0294	0.6012	1.0000	0.6502	0.5336	0.5297	0.6372	-0.1061	0.0743
OXID	-0.0045	0.4127	0.8398	0.6502	1.0000	0.9137	0.8840	0.6671	0.0026	-0.0568
PSO	-0.1101	0.4903	0.6428	0.5336	0.9137	1.0000	0.9934	0.5870	0.3967	-0.2167
SALI	-0.1214	0.4827	0.5882	0.5297	0.8840	0.9934	1.0000	0.5397	0.4416	-0.2403
SILI	-0.0699	0.1107	0.7386	0.6372	0.6671	0.5870	0.5397	1.0000	0.0732	0.4425
TEMP	-0.2551	0.1888	-0.2701	-0.1061	0.0026	0.3967	0.4416	0.0732	1.0000	-0.2392
UAO	-0.0498	-0.3279	0.2321	0.0743	-0.0568	-0.2167	-0.2403	0.4425	-0.2392	1.0000

Phocoena phocoena

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.2681	-0.1959	-0.2621	-0.1580	-0.0470	-0.0957	-0.1336	0.1858	0.0050
DIST	-0.2681	1.0000	0.0290	-0.0243	0.0846	0.1248	0.0228	-0.1170	-0.0548	-0.2149
FOSF	-0.1959	0.0290	1.0000	0.6006	0.7026	0.1696	-0.1256	0.5202	-0.6854	-0.0363
NITR	-0.2621	-0.0243	0.6006	1.0000	0.2716	0.0911	0.2246	0.5804	-0.3579	0.0088
OXID	-0.1580	0.0846	0.7026	0.2716	1.0000	0.4451	0.0449	0.2400	-0.8463	-0.2853
PSO	-0.0470	0.1248	0.1696	0.0911	0.4451	1.0000	0.7682	0.1325	0.0551	-0.2858
SALI	-0.0957	0.0228	-0.1256	0.2246	0.0449	0.7682	1.0000	0.1350	0.3196	0.0685
SILI	-0.1336	-0.1170	0.5202	0.5804	0.2400	0.1325	0.1350	1.0000	-0.1624	0.0802
TEMP	0.1858	-0.0548	-0.6854	-0.3579	-0.8463	0.0551	0.3196	-0.1624	1.0000	0.1972
UAO	0.0050	-0.2149	-0.0363	0.0088	-0.2853	-0.2858	0.0685	0.0802	0.1972	1.0000

Physeter catodon

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4982	0.3680	0.2463	0.3648	-0.1364	-0.3446	0.2855	-0.3500	0.0848
DIST	-0.4982	1.0000	0.0945	0.1583	-0.0395	0.0241	0.0412	0.0777	-0.0167	-0.0247
FOSF	0.3680	0.0945	1.0000	0.8808	0.8373	-0.3355	-0.5960	0.8086	-0.8597	0.3197
NITR	0.2463	0.1583	0.8808	1.0000	0.7239	-0.3510	-0.3316	0.7825	-0.7772	0.3518
OXID	0.3648	-0.0395	0.8373	0.7239	1.0000	-0.1645	-0.6138	0.6580	-0.9832	0.1167
PSO	-0.1364	0.0241	-0.3355	-0.3510	-0.1645	1.0000	0.2635	-0.3221	0.2403	-0.7630
SALI	-0.3446	0.0412	-0.5960	-0.3316	-0.6138	0.2635	1.0000	-0.3931	0.5738	-0.0293
SILI	0.2855	0.0777	0.8086	0.7825	0.6580	-0.3221	-0.3931	1.0000	-0.6620	0.3399
TEMP	-0.3500	-0.0167	-0.8597	-0.7772	-0.9832	0.2403	0.5738	-0.6620	1.0000	-0.1558
UAO	0.0848	-0.0247	0.3197	0.3518	0.1167	-0.7630	-0.0293	0.3399	-0.1558	1.0000

Kogia breviceps

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.3671	0.2909	0.2210	0.1580	-0.1108	-0.2454	0.3029	-0.1662	0.1261
DIST	-0.3671	1.0000	0.1387	0.1400	0.1462	0.1230	0.1474	0.1580	-0.1476	-0.2266
FOSF	0.2909	0.1387	1.0000	0.5565	0.6595	0.1113	-0.2564	0.4281	-0.5911	-0.1145
NITR	0.2210	0.1400	0.5565	1.0000	0.5317	0.0628	-0.0114	0.3708	-0.5635	-0.0696
OXID	0.1580	0.1462	0.6595	0.5317	1.0000	0.4268	0.0813	0.1867	-0.8270	-0.3972
PSO	-0.1108	0.1230	0.1113	0.0628	0.4268	1.0000	0.8498	0.1613	0.1243	-0.2849
SALI	-0.2454	0.1474	-0.2564	-0.0114	0.0813	0.8498	1.0000	0.0242	0.3773	-0.0238
SILI	0.3029	0.1580	0.4281	0.3708	0.1867	0.1613	0.0242	1.0000	-0.0406	0.1169
TEMP	-0.1662	-0.1476	-0.5911	-0.5635	-0.8270	0.1243	0.3773	-0.0406	1.0000	0.3392
UAO	0.1261	-0.2266	-0.1145	-0.0696	-0.3972	-0.2849	-0.0238	0.1169	0.3392	1.0000

Kogia sima

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5943	0.2625	0.2185	0.0497	-0.1238	0.0045	0.3062	-0.0719	0.1505
DIST	-0.5943	1.0000	0.0460	0.0243	0.0653	0.0752	-0.1685	-0.1565	-0.0330	-0.0867
FOSF	0.2625	0.0460	1.0000	0.6913	0.4223	-0.0798	-0.4205	0.2234	-0.3773	0.1242
NITR	0.2185	0.0243	0.6913	1.0000	0.6143	-0.0343	-0.2025	0.1876	-0.6043	0.0146
OXID	0.0497	0.0653	0.4223	0.6143	1.0000	0.3235	-0.0047	-0.1121	-0.9547	-0.4131
PSO	-0.1238	0.0752	-0.0798	-0.0343	0.3235	1.0000	0.3707	-0.0790	-0.0817	-0.6229
SALI	0.0045	-0.1685	-0.4205	-0.2025	-0.0047	0.3707	1.0000	-0.1694	0.0041	-0.0466
SILI	0.3062	-0.1565	0.2234	0.1876	-0.1121	-0.0790	-0.1694	1.0000	0.1568	0.1843
TEMP	-0.0719	-0.0330	-0.3773	-0.6043	-0.9547	-0.0817	0.0041	0.1568	1.0000	0.3298
UAO	0.1505	-0.0867	0.1242	0.0146	-0.4131	-0.6229	-0.0466	0.1843	0.3298	1.0000

Hyperoodon ampullatus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6935	0.1035	-0.1159	0.1700	-0.0394	-0.2473	-0.0715	-0.1598	0.0086
DIST	-0.6935	1.0000	-0.0794	0.0778	-0.2654	0.0845	0.2025	0.0390	0.2507	-0.1132
FOSF	0.1035	-0.0794	1.0000	0.5790	0.6786	-0.0505	-0.1076	0.7726	-0.7084	0.4072
NITR	-0.1159	0.0778	0.5790	1.0000	0.4189	-0.0575	0.2711	0.7162	-0.5036	0.2964
OXID	0.1700	-0.2654	0.6786	0.4189	1.0000	0.1466	-0.0050	0.4994	-0.9146	0.3205
PSO	-0.0394	0.0845	-0.0505	-0.0575	0.1466	1.0000	0.7443	-0.0408	0.2270	-0.3978
SALI	-0.2473	0.2025	-0.1076	0.2711	-0.0050	0.7443	1.0000	0.0984	0.2432	-0.1046
SILI	-0.0715	0.0390	0.7726	0.7162	0.4994	-0.0408	0.0984	1.0000	-0.5292	0.3439
TEMP	-0.1598	0.2507	-0.7084	-0.5036	-0.9146	0.2270	0.2432	-0.5292	1.0000	-0.4178
UAO	0.0086	-0.1132	0.4072	0.2964	0.3205	-0.3978	-0.1046	0.3439	-0.4178	1.0000

Mesoplodon bidens

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5476	-0.0728	0.1308	0.2006	0.0862	0.1071	-0.0627	-0.2063	-0.0781
DIST	-0.5476	1.0000	0.1862	0.0948	-0.0179	0.0351	0.0631	0.3337	0.0142	-0.0390
FOSF	-0.0728	0.1862	1.0000	0.7106	0.4244	-0.0685	0.0566	0.7242	-0.5115	0.0508
NITR	0.1308	0.0948	0.7106	1.0000	0.2021	-0.0262	0.5755	0.7709	-0.3797	0.0326
OXID	0.2006	-0.0179	0.4244	0.2021	1.0000	0.2159	-0.2091	0.4316	-0.9105	-0.2731
PSO	0.0862	0.0351	-0.0685	-0.0262	0.2159	1.0000	-0.2567	0.1487	0.1128	-0.9961
SALI	0.1071	0.0631	0.0566	0.5755	-0.2091	-0.2567	1.0000	0.2026	-0.0782	0.2877
SILI	-0.0627	0.3337	0.7242	0.7709	0.4316	0.1487	0.2026	1.0000	-0.4750	-0.1639
TEMP	-0.2063	0.0142	-0.5115	-0.3797	-0.9105	0.1128	-0.0782	-0.4750	1.0000	-0.0623
UAO	-0.0781	-0.0390	0.0508	0.0326	-0.2731	-0.9961	0.2877	-0.1639	-0.0623	1.0000

Mesoplodon densirostris

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4405	0.1472	0.0961	-0.0601	0.0191	-0.0721	0.2851	0.0820	-0.0062
DIST	-0.4405	1.0000	0.1885	0.1609	0.2455	0.1990	0.0060	0.0832	-0.2456	-0.2572
FOSF	0.1472	0.1885	1.0000	0.5359	0.3183	0.0171	-0.5738	0.3378	-0.2496	-0.0632
NITR	0.0961	0.1609	0.5359	1.0000	0.6337	-0.0016	-0.1167	0.1249	-0.6199	-0.1081
OXID	-0.0601	0.2455	0.3183	0.6337	1.0000	0.1278	-0.0582	-0.2082	-0.9881	-0.3136
PSO	0.0191	0.1990	0.0171	-0.0016	0.1278	1.0000	0.0787	-0.0121	-0.0678	-0.9776
SALI	-0.0721	0.0060	-0.5738	-0.1167	-0.0582	0.0787	1.0000	-0.2210	-0.0365	-0.0701
SILI	0.2851	0.0832	0.3378	0.1249	-0.2082	-0.0121	-0.2210	1.0000	0.2546	0.0403
TEMP	0.0820	-0.2456	-0.2496	-0.6199	-0.9881	-0.0678	-0.0365	0.2546	1.0000	0.2522
UAO	-0.0062	-0.2572	-0.0632	-0.1081	-0.3136	-0.9776	-0.0701	0.0403	0.2522	1.0000

Mesoplodon europaeus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.2965	-0.0363	0.1069	-0.0229	-0.1124	-0.1286	0.0742	-0.1633	0.0128
DIST	-0.2965	1.0000	-0.0713	-0.1055	0.1184	0.2192	0.2136	-0.1159	0.2403	-0.0427
FOSF	-0.0363	-0.0713	1.0000	0.3050	0.4023	0.2760	0.2148	0.0567	-0.0114	0.1433
NITR	0.1069	-0.1055	0.3050	1.0000	0.5232	0.1848	0.1026	0.2261	-0.3990	-0.3432
OXID	-0.0229	0.1184	0.4023	0.5232	1.0000	0.8723	0.8117	0.1796	0.2464	-0.1779
PSO	-0.1124	0.2192	0.2760	0.1848	0.8723	1.0000	0.9696	0.2297	0.6838	-0.0639
SALI	-0.1286	0.2136	0.2148	0.1026	0.8117	0.9696	1.0000	0.1459	0.7038	0.0795
SILI	0.0742	-0.1159	0.0567	0.2261	0.1796	0.2297	0.1459	1.0000	0.2204	-0.1694
TEMP	-0.1633	0.2403	-0.0114	-0.3990	0.2464	0.6838	0.7038	0.2204	1.0000	0.1815
UAO	0.0128	-0.0427	0.1433	-0.3432	-0.1779	-0.0639	0.0795	-0.1694	0.1815	1.0000

Mesoplodon mirus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.8855	-0.4003	-0.4092	-0.0412	0.5252	-0.2233	-0.4385	0.1793	-0.5011
DIST	-0.8855	1.0000	0.3709	0.5892	0.2183	-0.4602	0.1441	0.3948	-0.3200	0.3997
FOSF	-0.4003	0.3709	1.0000	0.2860	0.1246	0.2548	-0.2583	-0.3264	-0.1893	-0.2322
NITR	-0.4092	0.5892	0.2860	1.0000	0.6708	-0.2026	-0.0440	0.3877	-0.6843	0.0446
OXID	-0.0412	0.2183	0.1246	0.6708	1.0000	0.2452	-0.4221	-0.1908	-0.9853	-0.4235
PSO	0.5252	-0.4602	0.2548	-0.2026	0.2452	1.0000	-0.1754	-0.7766	-0.1807	-0.9786
SALI	-0.2233	0.1441	-0.2583	-0.0440	-0.4221	-0.1754	1.0000	0.5806	0.3819	0.2254
SILI	-0.4385	0.3948	-0.3264	0.3877	-0.1908	-0.7766	0.5806	1.0000	0.1567	0.7318
TEMP	0.1793	-0.3200	-0.1893	-0.6843	-0.9853	-0.1807	0.3819	0.1567	1.0000	0.3543
UAO	-0.5011	0.3997	-0.2322	0.0446	-0.4235	-0.9786	0.2254	0.7318	0.3543	1.0000

Ziphius cavirostris

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5483	0.3007	0.2127	0.2195	-0.1113	-0.1714	0.3160	-0.2254	0.1242
DIST	-0.5483	1.0000	0.0806	0.0840	0.0821	0.1094	-0.0512	-0.1125	-0.0506	-0.1477
FOSF	0.3007	0.0806	1.0000	0.7101	0.7316	0.0149	-0.4299	0.3728	-0.6943	0.0415
NITR	0.2127	0.0840	0.7101	1.0000	0.5422	-0.0397	-0.1768	0.3792	-0.6038	0.2062
OXID	0.2195	0.0821	0.7316	0.5422	1.0000	0.3191	-0.1638	0.2101	-0.8880	-0.3111
PSO	-0.1113	0.1094	0.0149	-0.0397	0.3191	1.0000	0.6845	0.0579	0.1113	-0.3204
SALI	-0.1714	-0.0512	-0.4299	-0.1768	-0.1638	0.6845	1.0000	-0.0436	0.4059	0.0394
SILI	0.3160	-0.1125	0.3728	0.3792	0.2101	0.0579	-0.0436	1.0000	-0.1434	0.2067
TEMP	-0.2254	-0.0506	-0.6943	-0.6038	-0.8880	0.1113	0.4059	-0.1434	1.0000	0.2185
UAO	0.1242	-0.1477	0.0415	0.2062	-0.3111	-0.3204	0.0394	0.2067	0.2185	1.0000

Trichechus manatus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4492	0.2595	0.2547	-0.1019	-0.1640	-0.1280	-0.1437	-0.2086	0.3138
DIST	-0.4492	1.0000	-0.0460	-0.0750	0.2329	0.2717	0.2651	0.0320	0.2559	-0.0849
FOSF	0.2595	-0.0460	1.0000	0.3928	0.2249	0.1720	0.2220	-0.1181	0.1330	0.5573
NITR	0.2547	-0.0750	0.3928	1.0000	0.3559	0.1572	0.1162	0.2540	-0.1335	-0.0206
OXID	-0.1019	0.2329	0.2249	0.3559	1.0000	0.9535	0.9274	0.4270	0.6779	-0.2126
PSO	-0.1640	0.2717	0.1720	0.1572	0.9535	1.0000	0.9815	0.4445	0.8618	-0.1812
SALI	-0.1280	0.2651	0.2220	0.1162	0.9274	0.9815	1.0000	0.4011	0.8580	-0.0515
SILI	-0.1437	0.0320	-0.1181	0.2540	0.4270	0.4445	0.4011	1.0000	0.4103	-0.2665
TEMP	-0.2086	0.2559	0.1330	-0.1335	0.6779	0.8618	0.8580	0.4103	1.0000	0.0019
UAO	0.3138	-0.0849	0.5573	-0.0206	-0.2126	-0.1812	-0.0515	-0.2665	0.0019	1.0000

Odobenus rosmarus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.2683	0.0757	0.3498	0.2378	0.2702	0.1428	0.2117	-0.1970	-0.2566
DIST	-0.2683	1.0000	-0.1923	-0.3842	0.0964	0.1578	-0.1131	-0.2351	-0.0493	-0.1891
FOSF	0.0757	-0.1923	1.0000	0.1633	0.4299	0.1667	-0.4616	0.1896	-0.3999	-0.2206
NITR	0.3498	-0.3842	0.1633	1.0000	0.0326	-0.1982	0.6409	0.6340	-0.1617	0.1813
OXID	0.2378	0.0964	0.4299	0.0326	1.0000	0.5100	-0.4420	-0.1391	-0.9623	-0.6372
PSO	0.2702	0.1578	0.1667	-0.1982	0.5100	1.0000	-0.4545	-0.1399	-0.3196	-0.9834
SALI	0.1428	-0.1131	-0.4616	0.6409	-0.4420	-0.4545	1.0000	0.4065	0.3111	0.4934
SILI	0.2117	-0.2351	0.1896	0.6340	-0.1391	-0.1399	0.4065	1.0000	0.1194	0.1447
TEMP	-0.1970	-0.0493	-0.3999	-0.1617	-0.9623	-0.3196	0.3111	0.1194	1.0000	0.4591
UAO	-0.2566	-0.1891	-0.2206	0.1813	-0.6372	-0.9834	0.4934	0.1447	0.4591	1.0000

Cystophora cristata

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5919	0.1192	-0.5764	-0.0210	0.2427	-0.5761	-0.1897	0.1826	-0.2217
DIST	-0.5919	1.0000	-0.0047	0.3029	-0.2070	-0.0449	0.3182	0.0667	0.0972	0.0387
FOSF	0.1192	-0.0047	1.0000	-0.2108	0.0859	-0.3993	-0.3873	0.5867	-0.2079	0.3966
NITR	-0.5764	0.3029	-0.2108	1.0000	-0.0651	-0.1662	0.7995	0.4480	-0.1080	0.1563
OXID	-0.0210	-0.2070	0.0859	-0.0651	1.0000	-0.1920	-0.1418	-0.0728	-0.9085	0.1844
PSO	0.2427	-0.0449	-0.3993	-0.1662	-0.1920	1.0000	-0.0728	-0.4669	0.4542	-0.9974
SALI	-0.5761	0.3182	-0.3873	0.7995	-0.1418	-0.0728	1.0000	0.2323	-0.0717	0.0635
SILI	-0.1897	0.0667	0.5867	0.4480	-0.0728	-0.4669	0.2323	1.0000	-0.1417	0.4682
TEMP	0.1826	0.0972	-0.2079	-0.1080	-0.9085	0.4542	-0.0717	-0.1417	1.0000	-0.4400
UAO	-0.2217	0.0387	0.3966	0.1563	0.1844	-0.9974	0.0635	0.4682	-0.4400	1.0000

Halichoerus grypus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6786	0.1365	-0.1592	0.2042	-0.0606	-0.2870	-0.0559	-0.2048	0.0567
DIST	-0.6786	1.0000	-0.0517	0.1556	-0.3896	0.0618	0.2895	0.0858	0.3799	-0.0656
FOSF	0.1365	-0.0517	1.0000	0.4991	0.4603	-0.0006	-0.0319	0.7216	-0.4769	0.4150
NITR	-0.1592	0.1556	0.4991	1.0000	0.0876	-0.0119	0.3838	0.5975	-0.1714	0.2456
OXID	0.2042	-0.3896	0.4603	0.0876	1.0000	0.1847	-0.1238	0.4373	-0.9183	0.2338
PSO	-0.0606	0.0618	-0.0006	-0.0119	0.1847	1.0000	0.7321	0.0364	0.1784	-0.3719
SALI	-0.2870	0.2895	-0.0319	0.3838	-0.1238	0.7321	1.0000	0.0816	0.3488	-0.0949
SILI	-0.0559	0.0858	0.7216	0.5975	0.4373	0.0364	0.0816	1.0000	-0.4504	0.2419
TEMP	-0.2048	0.3799	-0.4769	-0.1714	-0.9183	0.1784	0.3488	-0.4504	1.0000	-0.3284
UAO	0.0567	-0.0656	0.4150	0.2456	0.2338	-0.3719	-0.0949	0.2419	-0.3284	1.0000

Monachus monachus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5718	-0.0234	0.1259	0.1556	-0.2997	0.2151	0.1864	-0.2990	0.2948
DIST	-0.5718	1.0000	-0.0643	-0.1135	-0.2799	0.1320	-0.0086	-0.1232	0.3301	-0.0830
FOSF	-0.0234	-0.0643	1.0000	0.4337	0.4356	-0.0518	-0.2307	0.0079	-0.3622	0.0401
NITR	0.1259	-0.1135	0.4337	1.0000	0.5734	-0.1314	-0.4129	0.0713	-0.5539	0.0905
OXID	0.1556	-0.2799	0.4356	0.5734	1.0000	0.1086	-0.4738	0.4339	-0.9022	-0.1892
PSO	-0.2997	0.1320	-0.0518	-0.1314	0.1086	1.0000	-0.0475	-0.1236	0.0768	-0.9839
SALI	0.2151	-0.0086	-0.2307	-0.4129	-0.4738	-0.0475	1.0000	-0.0859	0.1933	0.1070
SILI	0.1864	-0.1232	0.0079	0.0713	0.4339	-0.1236	-0.0859	1.0000	-0.4315	0.0726
TEMP	-0.2990	0.3301	-0.3622	-0.5539	-0.9022	0.0768	0.1933	-0.4315	1.0000	-0.0103
UAO	0.2948	-0.0830	0.0401	0.0905	-0.1892	-0.9839	0.1070	0.0726	-0.0103	1.0000

Pagophilus groenlandicus

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.5532	0.0731	-0.4393	-0.0777	0.2091	-0.4634	-0.1927	0.1643	-0.1737
DIST	-0.5532	1.0000	0.0943	0.2136	-0.0633	-0.0711	0.2445	0.1147	0.0080	0.0470
FOSF	0.0731	0.0943	1.0000	-0.1264	0.2041	-0.3984	-0.3892	0.6203	-0.2630	0.3908
NITR	-0.4393	0.2136	-0.1264	1.0000	-0.1928	-0.0674	0.7704	0.4200	0.0990	0.0569
OXID	-0.0777	-0.0633	0.2041	-0.1928	1.0000	-0.2247	-0.2669	0.0816	-0.9715	0.1765
PSO	0.2091	-0.0711	-0.3984	-0.0674	-0.2247	1.0000	0.0290	-0.4218	0.3653	-0.9944
SALI	-0.4634	0.2445	-0.3892	0.7704	-0.2669	0.0290	1.0000	0.1480	0.1552	-0.0421
SILI	-0.1927	0.1147	0.6203	0.4200	0.0816	-0.4218	0.1480	1.0000	-0.1774	0.4164
TEMP	0.1643	0.0080	-0.2630	0.0990	-0.9715	0.3653	0.1552	-0.1774	1.0000	-0.3124
UAO	-0.1737	0.0470	0.3908	0.0569	0.1765	-0.9944	-0.0421	0.4164	-0.3124	1.0000

Phoca vitulina

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.1422	-0.2129	-0.1938	-0.3373	-0.1406	-0.1504	0.1261	0.3257	0.0838
DIST	-0.1422	1.0000	-0.1640	-0.2335	0.0785	0.1689	0.0696	-0.2715	0.0018	-0.3353
FOSF	-0.2129	-0.1640	1.0000	0.5568	0.7291	0.2188	0.0326	0.3034	-0.6667	-0.0009
NITR	-0.1938	-0.2335	0.5568	1.0000	0.2668	0.1275	0.2542	0.3244	-0.3313	-0.0841
OXID	-0.3373	0.0785	0.7291	0.2668	1.0000	0.4932	0.2391	-0.0133	-0.7897	-0.2205
PSO	-0.1406	0.1689	0.2188	0.1275	0.4932	1.0000	0.8705	0.1437	0.1037	-0.2620
SALI	-0.1504	0.0696	0.0326	0.2542	0.2391	0.8705	1.0000	0.1070	0.2660	-0.0163
SILI	0.1261	-0.2715	0.3034	0.3244	-0.0133	0.1437	0.1070	1.0000	0.1912	0.1171
TEMP	0.3257	0.0018	-0.6667	-0.3313	-0.7897	0.1037	0.2660	0.1912	1.0000	0.1442
UAO	0.0838	-0.3353	-0.0009	-0.0841	-0.2205	-0.2620	-0.0163	0.1171	0.1442	1.0000

Pusa hispida

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.2584	-0.0206	-0.0948	-0.0262	-0.1031	-0.0150	-0.0259	-0.0053	0.0633
DIST	-0.2584	1.0000	-0.2811	-0.0761	-0.5315	0.2103	0.1697	-0.1849	0.3954	-0.2108
FOSF	-0.0206	-0.2811	1.0000	0.4341	0.6583	0.4955	-0.8074	-0.1115	-0.8018	-0.5223
NITR	-0.0948	-0.0761	0.4341	1.0000	0.5779	0.7583	-0.4995	-0.6293	-0.5915	-0.7374
OXID	-0.0262	-0.5315	0.6583	0.5779	1.0000	0.3699	-0.6862	-0.1230	-0.8906	-0.3692
PSO	-0.1031	0.2103	0.4955	0.7583	0.3699	1.0000	-0.6046	-0.8340	-0.5490	-0.9971
SALI	-0.0150	0.1697	-0.8074	-0.4995	-0.6862	-0.6046	1.0000	0.3863	0.9286	0.6371
SILI	-0.0259	-0.1849	-0.1115	-0.6293	-0.1230	-0.8340	0.3863	1.0000	0.3246	0.8237
TEMP	-0.0053	0.3954	-0.8018	-0.5915	-0.8906	-0.5490	0.9286	0.3246	1.0000	0.5672
UAO	0.0633	-0.2108	-0.5223	-0.7374	-0.3692	-0.9971	0.6371	0.8237	0.5672	1.0000

Anexo 3. Matrices de correlación de variables de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN. Los valores encerrados en el rectángulo muestran las variables que presentan una correlación de 0.9 o -0.9.

Azores

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6066	-0.6005	-0.8449	-0.0951	0.8952	0.4283	0.3018	0.3541	-0.8994
DIST	-0.6066	1.0000	0.8359	0.7896	0.6543	-0.6149	-0.8449	0.2015	-0.7812	0.6254
FOSF	-0.6005	0.8359	1.0000	0.8893	0.8043	-0.4714	-0.8644	0.0183	-0.7690	0.4856
NITR	-0.8449	0.7896	0.8893	1.0000	0.4490	-0.7389	-0.6581	-0.2788	-0.5362	0.7498
OXID	-0.0951	0.6543	0.8043	0.4490	1.0000	-0.0229	-0.8855	0.4775	-0.8657	0.0367
PSO	0.8952	-0.6149	-0.4714	-0.7389	-0.0229	1.0000	0.4635	0.0584	0.4269	-0.9997
SALI	0.4283	-0.8449	-0.8644	-0.6581	-0.8855	0.4635	1.0000	-0.5072	0.9839	-0.4746
SILI	0.3018	0.2015	0.0183	-0.2788	0.4775	0.0584	-0.5072	1.0000	-0.6383	-0.0582
TEMP	0.3541	-0.7812	-0.7690	-0.5362	-0.8657	0.4269	0.9839	-0.6383	1.0000	-0.4360
UAO	-0.8994	0.6254	0.4856	0.7498	0.0367	-0.9997	-0.4746	-0.0582	-0.4360	1.0000

Bahía de Vizcaya

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.2502	0.1158	0.2912	0.3411	0.4605	-0.4718	0.4866	-0.2810	-0.4835
DIST	-0.2502	1.0000	0.7156	0.4686	0.5234	-0.3594	-0.3334	0.2990	-0.3525	0.2597
FOSF	0.1158	0.7156	1.0000	0.9094	0.8903	-0.3805	-0.6992	0.7658	-0.7715	0.2594
NITR	0.2912	0.4686	0.9094	1.0000	0.9572	-0.3288	-0.8145	0.9219	-0.9248	0.2254
OXID	0.3411	0.5234	0.8903	0.9572	1.0000	-0.1903	-0.8996	0.9306	-0.9086	0.0750
PSO	0.4605	-0.3594	-0.3805	-0.3288	-0.1903	1.0000	-0.1520	0.0203	0.3997	-0.9901
SALI	-0.4718	-0.3334	-0.6992	-0.8145	-0.8996	-0.1520	1.0000	-0.9291	0.7390	0.2609
SILI	0.4866	0.2990	0.7658	0.9219	0.9306	0.0203	0.9291	1.0000	-0.8200	-0.1240
TEMP	-0.2810	-0.3525	-0.7715	0.9248	0.9086	0.3997	0.7390	-0.8200	1.0000	-0.3252
UAO	-0.4835	0.2597	0.2594	0.2254	0.0750	0.9901	0.2609	-0.1240	-0.3252	1.0000

Cabo Verde-Islas Canarias

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4004	0.0639	-0.0023	0.0397	0.1321	-0.2137	0.0625	-0.0171	-0.0768
DIST	-0.4004	1.0000	-0.3245	-0.5599	-0.5541	0.4431	-0.3911	-0.0665	0.6102	-0.4384
FOSF	0.0639	-0.3245	1.0000	0.6321	-0.1386	-0.5731	-0.2112	0.8575	0.0793	0.6668
NITR	-0.0023	-0.5599	0.6321	1.0000	-0.0538	-0.7598	0.0763	0.1878	-0.1231	0.8058
OXID	0.0397	-0.5541	-0.1386	-0.0538	1.0000	-0.2468	0.8769	-0.0619	-0.9750	0.1443
PSO	0.1321	0.4431	-0.5731	-0.7598	-0.2468	1.0000	-0.4184	-0.3436	0.4284	-0.9891
SALI	-0.2137	-0.3911	-0.2112	0.0763	0.8769	-0.4184	1.0000	-0.1629	-0.9221	0.3015
SILI	0.0625	-0.0665	0.8575	0.1878	-0.0619	-0.3436	-0.1629	1.0000	0.0801	0.4224
TEMP	-0.0171	0.6102	0.0793	-0.1231	0.9750	0.4284	0.9221	0.0801	1.0000	-0.3258
UAO	-0.0768	-0.4384	0.6668	0.8058	0.1443	0.9891	0.3015	0.4224	-0.3258	1.0000

Costa de Estados Unidos-Canada (CEU-Can)

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.6542	0.3271	0.0626	0.3479	0.3372	-0.4678	0.0148	-0.2852	-0.3818
DIST	-0.6542	1.0000	-0.0682	0.2727	0.0226	0.0365	0.2508	0.1965	-0.0553	-0.0648
FOSF	0.3271	-0.0682	1.0000	0.6678	0.9576	0.4678	-0.9333	0.5708	-0.9689	-0.5671
NITR	0.0626	0.2727	0.6678	1.0000	0.5703	0.3843	-0.4144	0.6073	-0.5959	-0.4539
OXID	0.3479	0.0226	0.9576	0.5703	1.0000	0.5181	-0.9251	0.5313	-0.9923	-0.6412
PSO	0.3372	0.0365	0.4678	0.3843	0.5181	1.0000	-0.4595	-0.1185	-0.4931	-0.9794
SALI	-0.4678	0.2508	-0.9333	-0.4144	-0.9251	-0.4595	1.0000	-0.4098	0.9223	0.5482
SILI	0.0148	0.1965	0.5708	0.6073	0.5313	-0.1185	-0.4098	1.0000	-0.5395	-0.0190
TEMP	-0.2852	-0.0553	-0.9689	-0.5959	-0.9923	-0.4931	0.9223	-0.5395	1.0000	0.6087
UAO	-0.3818	-0.0648	-0.5671	-0.4539	-0.6412	-0.9794	0.5482	-0.0190	0.6087	1.0000

Golfo de México-Barbados

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.7475	0.2060	-0.0129	0.0562	-0.1631	-0.2733	0.0608	-0.4406	0.1645
DIST	-0.7475	1.0000	-0.1995	0.0586	-0.1712	0.3522	0.2909	-0.0003	0.4889	-0.3510
FOSF	0.2060	-0.1995	1.0000	0.7859	0.9235	0.5277	-0.8629	0.9381	-0.5511	-0.5294
NITR	-0.0129	0.0586	0.7859	1.0000	0.6315	0.4591	-0.8351	0.8927	-0.1145	-0.4670
OXID	0.0562	-0.1712	0.9235	0.6315	1.0000	0.5976	-0.6996	0.8466	-0.4942	-0.5974
PSO	-0.1631	0.3522	0.5277	0.4591	0.5976	1.0000	-0.2087	0.5747	0.0773	-0.9998
SALI	-0.2733	0.2909	-0.8629	-0.8351	-0.6996	-0.2087	1.0000	-0.8248	0.6146	0.2110
SILI	0.0608	-0.0003	0.9381	0.8927	0.8466	0.5747	-0.8248	1.0000	-0.3086	-0.5778
TEMP	-0.4406	0.4889	-0.5511	-0.1145	-0.4942	0.0773	0.6146	-0.3086	1.0000	-0.0856
UAO	0.1645	-0.3510	-0.5294	-0.4670	-0.5974	-0.9998	0.2110	-0.5778	-0.0856	1.0000

Mar del Norte

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	0.0102	-0.0979	-0.2708	-0.2197	0.1155	0.0213	-0.0954	0.6011	-0.1294
DIST	0.0102	1.0000	0.1058	0.2206	0.0265	-0.1466	0.0471	0.3278	-0.1888	0.1504
FOSF	-0.0979	0.1058	1.0000	0.8325	-0.5048	-0.1097	0.6477	0.6201	0.4145	0.1250
NITR	-0.2708	0.2206	0.8325	1.0000	-0.0171	0.2034	0.2026	0.8129	0.0993	-0.1894
OXID	-0.2197	0.0265	-0.5048	-0.0171	1.0000	0.7440	-0.8558	0.1946	-0.5653	-0.7471
PSO	0.1155	-0.1466	-0.1097	0.2034	0.7440	1.0000	-0.6532	0.4368	0.0587	-0.9993
SALI	0.0213	0.0471	0.6477	0.2026	-0.8558	-0.6532	1.0000	-0.0629	0.2997	0.6592
SILI	-0.0954	0.3278	0.6201	0.8129	0.1946	0.4368	-0.0629	1.0000	0.1946	-0.4220
TEMP	0.6011	-0.1888	0.4145	0.0993	-0.5653	0.0587	0.2997	0.1946	1.0000	-0.0550
UAO	-0.1294	0.1504	0.1250	-0.1894	-0.7471	-0.9993	0.6592	-0.4220	-0.0550	1.0000

Norte de Irlanda

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.3400	-0.2017	-0.1681	0.0638	0.3474	0.2889	-0.2010	0.2824	-0.3181
DIST	-0.3400	1.0000	0.3254	0.2877	-0.0970	0.1579	0.3706	0.3986	0.2529	-0.1809
FOSF	-0.2017	0.3254	1.0000	0.5963	0.4621	-0.6076	-0.4257	0.2573	-0.6265	0.6086
NITR	-0.1681	0.2877	0.5963	1.0000	-0.2426	-0.6060	-0.0246	0.0854	-0.2718	0.6032
OXID	0.0638	-0.0970	0.4621	-0.2426	1.0000	-0.1296	-0.4883	-0.4081	-0.5391	0.2045
PSO	0.3474	0.1579	-0.6076	-0.6060	-0.1296	1.0000	0.7986	0.0176	0.8867	-0.9928
SALI	0.2889	0.3706	-0.4257	-0.0246	-0.4883	0.7986	1.0000	0.1244	0.9548	-0.8036
SILI	-0.2010	0.3986	0.2573	0.0854	-0.4081	0.0176	0.1244	1.0000	0.1685	-0.1275
TEMP	0.2824	0.2529	-0.6265	-0.2718	-0.5391	0.8867	0.9548	0.1685	1.0000	-0.9055
UAO	-0.3181	-0.1809	0.6086	0.6032	0.2045	-0.9928	-0.8036	-0.1275	-0.9055	1.0000

Sur de Gran Bretaña

	BATI	DIST	FOSF	NITR	OXID	PSO	SALI	SILI	TEMP	UAO
BATI	1.0000	-0.4565	-0.4352	-0.3024	0.4074	0.3431	-0.5107	0.0820	0.1075	-0.3592
DIST	-0.4565	1.0000	0.3212	0.2340	-0.5199	-0.1365	0.6368	-0.3820	0.2338	0.1627
FOSF	-0.4352	0.3212	1.0000	0.7739	-0.0997	-0.4340	0.1392	0.4737	-0.6918	0.4355
NITR	-0.3024	0.2340	0.7739	1.0000	0.2629	-0.0666	-0.1775	0.6812	-0.8224	0.0699
OXID	0.4074	-0.5199	-0.0997	0.2629	1.0000	0.7624	-0.9146	0.7735	-0.4768	-0.7770
PSO	0.3431	-0.1365	-0.4340	-0.0666	0.7624	1.0000	-0.6247	0.3215	0.1056	-0.9994
SALI	-0.5107	0.6368	0.1392	-0.1775	-0.9146	-0.6247	1.0000	-0.7329	0.3936	0.6491
SILI	0.0820	-0.3820	0.4737	0.6812	0.7735	0.3215	-0.7329	1.0000	-0.8303	-0.3362
TEMP	0.1075	0.2338	-0.6918	-0.8224	-0.4768	0.1056	0.3936	-0.8303	1.0000	-0.0963
UAO	-0.3592	0.1627	0.4355	0.0699	-0.7770	-0.9994	0.6491	-0.3362	-0.0963	1.0000

Anexo 4. Contribuciones totales de cada una de las variables ambientales para los mamíferos marinos del AN. Que se encuentran graficados en la figura 8 obtenidos a partir del análisis de partición recursiva. El valor del PC1 corresponde al promedio de los valores obtenidos a partir del análisis de componentes principales para cada una de las variables que se muestran en las figuras X, Y, Z.

Especie	Valor promedio del PC1	Batimetría	Distancia a la tierra	Fosfatos	Nitratos	Oxígeno disuelto	PSO	Salinidad	Silicatos	Temperatura	UAO	TOTAL
<i>Balaena mysticetus</i>	-3.1289665	0.0536		0.1862	0.3348			0.0915			0.3315	0.9976
<i>Pusa hispida</i>	-2.8938472	0.2141		0.0416	0.5116	0.2213						0.9886
<i>Cystophora cristata</i>	-2.6844205	0.0711			0.2128			0.0051		0.6977	0.0128	0.9995
<i>Pagophilus groenlandicus</i>	-2.500908		0.2055		0.177			0.0454	0.005	0.5185	0.0483	0.9997
<i>Hyperoodon ampullatus</i>	-2.0885117		0.0251		0.0958			0.7451		0.0955	0.0384	0.9999
<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	-2.0823433	0.6883	0.0008		0.0618	0.0165		0.1536		0.0787		0.9997
<i>Halichoerus grypus</i>	-1.9967958		0.0583				0.0709		0.1905	0.68		0.9997
<i>Balaenoptera physalus</i>	-1.93993324	0.0683	0.0018	0.0211						0.8864	0.0223	0.9999
<i>Delphinapterus leucas</i>	-1.8969209		0.1745		0.1584			0.1265	0.109	0.4189		0.9873
<i>Balaenoptera musculus</i>	-1.62259642		0.2997	0.0447						0.6555		0.9999
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	-1.5650052	0.8876			0.0044		0.0183	0.0177		0.0717		0.9997
<i>Phocoena phocoena</i>	-1.5263749	0.6237		0.0009	0.1369			0.0559	0.0149	0.1639	0.0034	0.9996
<i>Phoca vitulina</i>	-1.37361801	0.7362	0.0043				0.0199	0.1788		0.0589		0.9981
<i>Orcinus orca</i>	-1.18955422		0.0794	0.7905	0.0031			0.0281		0.0965	0.0023	0.9999
<i>Megaptera novaeangliae</i>	-1.12814749	0.9769	0.0119	0.011								0.9998
<i>Lagenorhynchus acutus</i>	-1.10125407			0.1195	0.0237				0.0018	0.6919	0.1629	0.9998
<i>Mesoplodon bidens</i>	-1.084586		0.291	0.1337	0.1863			0.0381		0.302	0.048	0.9991
<i>Odobenus rosmarus</i>	-0.9650444	0.2415	0.0214	0.3525	0.0307			0.1072	0.244			0.9973
<i>Balaenoptera borealis</i>	-0.9143826		0.0437		0.075			0.1036	0.2421	0.3875	0.1444	0.9963
<i>Globicephala melas</i>	-0.7473717			0.1071	0.6895		0.1933			0.0058	0.0039	0.9996
<i>Physeter catodon</i>	-0.44795421		0.0997	0.0122	0.777		0.0051		0.0105	0.0373	0.0566	0.9984
<i>Balaenoptera edeni</i>	-0.22468323	0.2213	0.0087	0.1449	0.1916			0.2162		0.2164		0.9991
<i>Eubalaena glacialis</i>	0.0456066	0.5286		0.0055	0.0165		0.0794		0.3106	0.0591		0.9997

<i>Delphinus spp</i>	0.12381599				0.6483				0.1732	0.1665	0.0119	0.9999
<i>Mesoplodon mirus</i>	0.12768644			0.2032				0.0362	0.1769	0.5664		0.9827
<i>Grampus griseus</i>	0.55655212			0.0935	0.5721				0.2556	0.0541	0.0246	0.9999
<i>Kogia breviceps</i>	0.84160296		0.3177	0.154	0.0538		0.0037	0.1348	0.1289	0.2062		0.9991
<i>Mesoplodon europaeus</i>	1.01932012	0.4618	0.0349		0.1403				0.269		0.0889	0.9949
<i>Mesoplodon densirostris</i>	1.0883931	0.1027	0.0731	0.0588				0.3223	0.1145	0.1659	0.0154	0.8527
<i>Ziphius cavirostris</i>	1.127054	0.202	0.3691	0.003			0.0609		0.3326	0.0295	0.0026	0.9997
<i>Stenella longirostris</i>	1.23721379	0.0836	0.2223	0.2475	0.1751				0.1633	0.0592	0.0487	0.9997
<i>Stenella coeruleoalba</i>	1.30195782	0.0528	0.0755	0.0072	0.3091		0.0498		0.4442	0.0613		0.9999
<i>Stenella clymene</i>	1.3290008	0.2001	0.0867	0.0204				0.1283	0.0683	0.3614	0.1059	0.9711
<i>Tursiops truncatus</i>	1.33119195		0.2032					0.0815	0.6599	0.0497	0.0014	0.9957
<i>Monachus monachus</i>	1.33399343		0.3076		0.0098			0.3453			0.3336	0.9963
<i>Stenella attenuata</i>	1.36891185	0.4322		0.1325	0.0493			0.0023	0.0661	0.3037	0.0137	0.9998
<i>Pseudorca crassidens</i>	1.53893315	0.0206	0.1446	0.0021	0.0275			0.1032	0.1119	0.5898	0.0002	0.9999
<i>Feresa attenuata</i>	1.5557225	0.3043		0.0535	0.1754		0.0649	0.0107	0.2043	0.1702	0.0164	0.9997
<i>Stenella frontalis</i>	1.5807386		0.4084	0.0045	0.0061			0.144		0.4291	0.0077	0.9998
<i>Kogia sima</i>	1.58773024	0.08	0.3855	0.0513	0.0012		0.0219		0.0612	0.3988		0.9999
<i>Peponocephala electra</i>	1.61341986		0.1262		0.5366		0.1541	0.0057	0.0803	0.0893	0.0076	0.9998
<i>Trichechus manatus</i>	1.62931952		0.1487					0.0236	0.2686	0.5147	0.0427	0.9983
<i>Lagenodelphis hosei</i>	1.79573074	0.1192	0.0583	0.3614	0.0042				0.3201	0.055	0.0742	0.9924
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	1.8835387		0.0852	0.1627			0.2028		0.1945	0.3515	0.0031	0.9998
<i>Steno bredanensis</i>	2.04737789			0.1471	0.0694		0.003		0.1268	0.6524	0.0012	0.9999

Anexo 5. Contribuciones totales de cada una de las variables ambientales de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN. Que se encuentran graficados en la figura 9 obtenidos a partir del análisis de partición recursiva. El valor del PC1 corresponde al promedio de los valores obtenidos a partir del análisis de componentes principales para cada una de las variables que se muestran en las figuras X, Y, Z.

Áreas de importancia	Valor promedio del PC1	Batimetría	Distancia a la tierra	Fosfatos	Nitratos	Oxígeno disuelto	PSO	Salinidad	Silicatos	Temperatura	UAO	TOTAL
Golfo de México-Barbados	-2.08895367	0.4005			0.1361			0.38		0.4169		0.9915
Azores	-1.956003616		0.1814	0.0217	0.4377					0.0887	0.0018	0.7313
Bahía de Vizcaya	-1.183388228	0.6001		0.0029				0.0854			0.2614	0.9498
Cabo Verde-Islas Canarias	-1.155785642	0.2319		0.0026		0.121		0.2362	0.364			0.9557
Costa de Estados Unidos-Canada	-0.14524986		0.1388		0.0932				0.0271	0.6781	0.0493	0.9865
Sur de Gran Bretaña	1.230651138	0.1161						0.0802		0.7904		0.9867
Mar del Norte	1.447166425	0.1142	0.0272	0.31	0.0211					0.4546	0.0672	0.9943
Norte de Irlanda	1.710282553		0.1332	0.141		0.6187						0.8919

Anexo 6. Combinación de variables con probabilidad acumulada y contribución de las áreas de importancia para los mamíferos marinos del AN que hacen posible el porcentaje explicativo de riqueza de cada área. A) Azores. B) Bahía de Vizcaya. C) Cabo Verde-Islas Canarias. D) Costa de Estados Unidos (CEU). E) Golfo de México-Barbados. F) Mar del Norte. G) Norte de Irlanda. H) Sur de Gran Bretaña. Los valores frente a cada una de las variables que caracterizan a las zonas son los valores que cada variable requiere para caracterizar a las áreas de importancia.

Azores

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución de cada variable
UAO <-0.121	0.0018	0.0018
Fosfatos >=0.148	0.0055	0.0037
Fosfatos <0.174	0.0462	0.0407
Temperatura <17.644	0.1349	0.0887
Distancia a la tierra <323	0.3163	0.1814
Nitratos >=0.94	0.7540	0.4377
Fosfatos >=0.173	0.7313	-0.0227

Bahía de Vizcaya

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
UAO <-0.019	0.0026	0.0026
Fosfatos <0.196	0.0055	0.0029
Salinidad <35.764	0.0909	0.0854
Batimetría >=-2039	0.5900	0.4991
UAO >=-0.198	0.8488	0.2588
Batimetría >=-784	0.9498	0.101

Cabo Verde-Islas Canarias

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfato >=0.162	0.0026	0.0026
Oxígeno disuelto <4.888	0.0315	0.0289
Oxígeno disuelto >=4.738	0.1236	0.0921
Silicatos >=2.414	0.3106	0.187
Salinidad >=34.357	0.5468	0.2362
Silicatos <3.328	0.7238	0.177
Batimetría >=-2990	0.9557	0.2319

Costa de Estados Unidos-Canada

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Distancia a la tierra <359	0.0239	0.0239
Silicatos <2.676	0.0510	0.0271
Nitratos >=0.652	0.0999	0.0489
Nitratos <3.336	0.1274	0.0275
Temperatura <22.374	0.1664	0.039
UAO >=-0.175	0.1896	0.0232
UAO <-0.024	0.2157	0.0261
Temperatura <14.423	0.3646	0.1489
Temperatura >=11.444	0.8548	0.4902
Distancia a la tierra <315	0.9697	0.1149
Nitratos <2.957	0.9865	0.0168

Golfo de México-Barbados

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Temperatura ≥ 24.067	0.0161	0.0161
Nitratos ≥ 0.533	0.0838	0.0677
Temperatura < 25.61	0.4846	0.4008
Batimetría ≥ -2821	0.8538	0.3692
Nitratos < 1.939	0.9222	0.0684
Salinidad < 35.358	0.9602	0.038
Batimetría ≥ -2278	0.9915	0.0313

Mar del Norte

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -150	0.1142	0.1142
Temperatura < 10.548	0.2255	0.1113
Temperatura ≥ 9.397	0.5688	0.3433
Fosfatos < 0.429	0.8788	0.31
UAO < 0.006	0.9460	0.0672
Distancia a la tierra < 317	0.9732	0.0272
Nitratos < 4.185	0.9943	0.0211

Norte de Irlanda

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Fosfatos ≥ 0.393	0.0020	0.0020
Fosfatos < 0.422	0.0393	0.0373
Distancia a la tierra < 117	0.1715	0.1322
Oxígeno disuelto < 6.343	0.4293	0.2578
Oxígeno disuelto ≥ 6.163	0.7902	0.3609
Fosfatos ≥ 0.408	0.8919	0.1017

Sur de Gran Bretaña

Variable	Probabilidad acumulada	Contribución
Batimetría ≥ -795	0.0237	0.0237
Salinidad ≥ 35.081	0.0742	0.0505
Temperatura < 13.392	0.2311	0.1569
Temperatura ≥ 12.097	0.8646	0.6335
Batimetría ≥ -406	0.9570	0.0924
Salinidad ≥ 35.145	0.9867	0.0297