

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

**Análisis de la abundancia relativa y distribución de cetáceos en el Canal
Bolívar (Isabela), Galápagos.**

Daniela E. Alarcón

Tesis presentada ante el Colegio de ciencias biológicas y ambientales para la
obtención del título de la especialización en Ecología Marina

©Derechos de autor

Daniela Estefanía Alarcón Ruales

2012

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Análisis de la abundancia relativa y distribución de cetáceos en el Canal Bolívar
(Isabela), Galápagos.

Daniela Alarcón R

Judith Denkinger, PhD

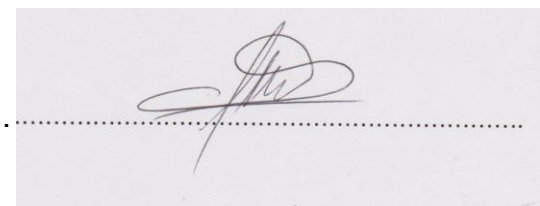
Directora de la Tesis y

Miembro del Comité de Tesis.....



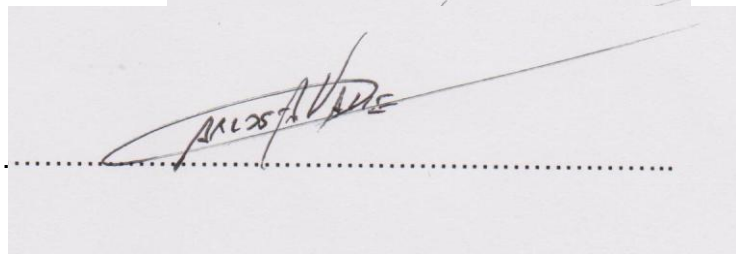
Luis Vinueza, PhD

Miembro del Comité de Tesis.....



Carlos Valle, PhD

Miembro del Comité de Tesis.....

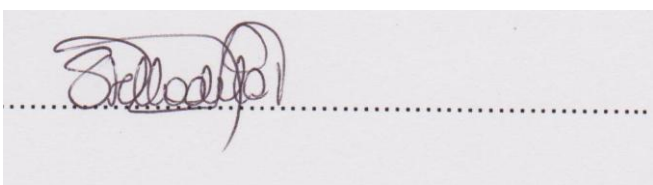


Stella De la Torre, PhD

Decana del Colegio de

Ciencias Biológicas y Ambientales

Miembro del Comité de Tesis.....



Quito, 07 de marzo

Porque pequeños toques hacen grandes rasgos:

A todo aquel interesado en lograr un cambio para vivir en un lugar mejor.

Agradecimientos:

Un agradecimiento especial a Judith Denkinger directora de este proyecto, por permitirme ser parte de este increíble propósito además de brindarme toda la libertad para realizar este trabajo y por toda la información, ayuda y experiencia que me supo transmitir en el momento adecuado. De igual forma a Eduardo Espinoza y a todo el personal del Parque Nacional Galápagos, por la coordinación cooperación y el interés mostrado en este proyecto que es de suma importancia para la conservación de cetáceos dentro de la RMG.

Quiero agradecer también a Amanda Giacomo voluntaria del PNG, a los guías naturalistas a bordo de Lyndbland Expeditions y a todos los guarda parques del PNG quienes hicieron posible la toma de datos de campo en uno de los lugares más prístinos de todo el archipiélago.

A Juan Pablo Muñoz que es un pilar importante en mi vida y estuvo apoyándome, ayudándome y aguantándome desde el principio.

Y un agradecimiento a mi familia por que constantemente han estado a mi lado y han sabido apoyarme en todas mis decisiones siempre brindándome una sonrisa y un cariño infinito.

Resumen

En la temporada de mayo a noviembre del 2011, se analizó de una manera sistemática, la abundancia relativa y la distribución de especies de cetáceos en el Canal Bolívar y parte oeste de la Isla Isabela para establecer una línea base sobre la presencia de cetáceos en el oeste de Galápagos. Durante el tiempo de estudio, se observó un total de diez especies; Las especies más comunes del suborden *Mysticeti* fueron *Balaenoptera edeni* (n=330; 1.1 ind/hora), seguido por la ballena Jorobada *Megaptera novaeangliae* (n=41;0.2 ind/h). Para el Sub orden *Odontoceti* *Tursiops truncatus* (n=53; 1.6 ind/hora) seguido por *Orcinus orca* (n=14 ;0.1 ind/h). La mayor abundancia se encontró en la temporada de aguas frías y productivas. Se registra un pico en el mes de septiembre. Estos resultados, sugieren una estrecha relación entre la abundancia relativa y la distribución de especies en el área con factores oceanográficos característicos del lugar: Altos índices de surgencias, temperaturas más frías y la alta productividad primaria y secundaria muy cercana a la costa. Los resultados de este estudio, representan el primer esfuerzo sistemático para la obtención de información crítica de comunidades de mamíferos marinos en la Reserva Marina de Galápagos. Una continuación de este tipo de estudios a largo plazo es muy importante para establecer tendencias y comparaciones aplicables al manejo oportuno.

Abstract

From May to November 2011, the relative abundance and distribution of cetacean species in the Bolivar Channer and western Isabela Island were systematically analyzed to establish a baseline for the presence of cetaceans in western Galapagos,. A total of ten species were recorded during the study period: , we listed ten species; achieving a high biodiversity rate in Galapagos. The most common species of the suborder *Mysticeti* was *Balaenoptera edeni* (n =330; 1.1 ind/h), followed by *Megaptera novaeangliae* (n = 41,0.2ind/h). and among the toothed whales (Suborder *Odontoceti*) *Tursiops truncatus* (n= 53, 1.6 ind/h) followed by *Orcinus orca* (n = 14, 0.1 ind/h). The highest abundance was found at the more productive coldwater season with a peak of cetacean sightings in September. This results, suggest a close relationship between the relative abundance and distribution of species in the area coupled with oceanographic factors characteristic of this location: High rates of upwelling, low sea surface temperatures and close to coastal high primary and secondary productivity. It is necessary to continue with these kind of studies in the long-term in order to establish trends and comparisons applicable to management. The results of this study, represent the first systematic effort to obtain critical information about the cetacean communities in the West of the Galapagos Marine Reserve.

Tabla de contenidos

1. Introducción.....	1
2. Objetivos	3
3. Área de estudio.....	3
4. Metodología.....	4
4.1 Trabajo de campo y toma de datos	4
4.2 Análisis de datos.....	6
4.2.1 Abundancia Relativa	6
4.2.2 Rangos de Distribucion	7
4.2.3 Analisis Fotografico.....	7
5. Resultados	77
5.1 Abundancia Relativa	7
5.2 Distribucion	8
5.3 Identificacion de Individuos	9
6. Discusion	9
6.1 Abundancia Relativa y Distribucion de Individuos	9
6.2 Procesamiento de las muestras	10
7. Proyecciones a futuro y Recomendaciones.....	12
8. Bibliografía:	13

Lista de Tablas

Tabla 1: Etograma de comportamiento de superficie de cetáceos..	16
Tabla 2: Esfuerzo de investigación desarrollado durante el periodo de mayo a noviembre del 2011 en el área de Canal Bolívar (Galápagos).	17
Tabla 3: Especies de cetáceos encontradas en el área de estudio en la temporada de mayo a noviembre del 2011..	18
Tabla 4: Abundancia relativa por mes de las especies encontradas..	18
Tabla 5: Comportamiento registrado en la temporada de estudio para las especies avistadas	19

Lista de Figuras

Figura 1: Mapa de la ubicación del area de estudio	20
Figura 2: Mapa que muestra la ubicación 2 de las colonias monitoreadas con mayor frecuencia y su distribución a lo largo de Puerto Baquerizo Moreno.	20
Figura 3: Transectos de navegación utilizados en la temporada mayo-noviembre 2011.	21
Figura 4: Esfuerzo de búsqueda por mes.	21
Figura 5: . Abundancia relativa de las especies de misticetos encontradas en el área de estudio en la temporada mayo a noviembre 2011	22
Figura 6: . Abundancia relativa de las especies de odontocetos encontradas en el área de estudio en la temporada mayo a noviembre 2011	22

Figura 7: Distribución de avistamientos por mes de las especies de mysticetos encontradas en la temporada de mayo a noviembre del 2011	23
Figura 8: Distribución de avistamientos por mes de las especies de odontocetos encontradas en la temporada de mayo a noviembre del 2011	25
Figura 9: Avistamientos por mes de las especies encontradas durante la temporada de estudio.....	27

1. Introducción

La abundancia y distribución de cetáceos se ve influenciada por factores oceanográficos que crean diferentes tipos de hábitats (Au and Perryman, 1985; Palacios, 2003). Principalmente muchas especies de pequeños cetáceos se encuentran distribuidos dependiendo de las masas de agua, de la profundidad y rangos de temperatura específicos (Álava, 2009). Áreas con aguas cálidas estratificadas, están caracterizadas por especies como el delfín manchado pan-tropical (*Stenella attenuata*) y el delfín tornillo (*Stenella longirostris*), mientras que aguas ricas en nutrientes o puntos focales de afloramientos están caracterizadas por especies como el delfín común de hocico corto (*Delphinus delphis*), el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), el delfín de Risso (*Grampus griseus*), y ballenas piloto (*Globicephala macrorhynchus*). También existen especies más generalistas como el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*), el zifio de cuvier (*Ziphiocavirostris*), y la orca (*Orcinus orca*); que pueden ser encontradas en distintos tipos de ambientes y están ampliamente distribuidas (Au and Perryman, 1985; Palacios, 2003; Ballance, et.al, 2006). Las ballenas de barbas, son especies migratorias que viajan desde sus puntos de alimentación en los polos, hacia áreas de reproducción en aguas tropicales. Entre ellos, la ballena azul (*Balaenoptera musculus*) y ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*) están estrechamente asociadas a aguas frías y ricas en nutrientes (Wade y Garrodete, 1993).

En el Pacífico Este Tropical (ETP, por sus siglas en inglés) la abundancia de cetáceos ha sido documentada pero sin mucha exactitud, ya que existen variaciones a lo largo de los años (Wade y Garrodete, 1993); se han realizado varios monitoreos a gran escala en los cuales se ha obtenido una tasa de encuentro de 32.2 escuelas de cetáceos por cada 1000 km, con una densidad total de 0.52 animales por kilómetro cuadrado (Wade y Garrodete, 1993). La abundancia relativa varía dependiendo de la especie y la época del año (Breese y Tershy, 1993). La distribución de cetáceos además está influenciada por la disponibilidad de presas y alimento la cual se rige por las zonas y eventos productivos en el océano. Eventos cíclicos como El Niño y La Niña dentro del ETP pueden cambiar la distribución drásticamente como se observó

en Galápagos cuando la presencia de cetáceos baja durante años del Niño (Denkinger et al, 2010). En este sentido, el calentamiento de los océanos, está reubicando a los cetáceos disminuyendo el uso de las zonas tropicales (ver Whitehead et al., 2008; MacLeod, 2009).

Dentro de la Reserva Marina de Galápagos (RMG) encontramos un ambiente sumamente heterogéneo representado por una alta productividad biológica (productividad primaria y secundaria), debido a surgencias, y hábitats oceanográficos y físicos diversos, factibles para el establecimiento de comunidades típicas de los trópicos y masas de agua ecuatoriales tanto de hábitats costeros como pelágicos (Palacios et al 1996, Álava 2002, Palacios 2003). Se han registrado al menos 23 especies de cetáceos por Palacios y Salazar (2002) y 33 especies de cetáceos por Álava (2002), los que atribuyen esta alta diversidad encontrada a los hábitats acuáticos presentes en las islas. Merlen (1995) y Álava (2002) describen estos hábitats como: aguas costeras, aguas someras de la plataforma continental entre islas; y aguas profundas oceánicas (>2000m) especialmente al sur, oeste y norte del archipiélago.

En base a diversos estudios sobre cetáceos dentro de la RMG (Day 1994, Merlen 1995, Smith & Whitehead 1999, Merlen 1999, Palacios 1999, Whitehead 1999, Palacios 2003, Denkinger, 2009) y monitoreos a gran escala, la RMG se destaca como una zona de mayor abundancia de cetáceos en relación a otras áreas del ETP (Ferguson y Barlow, 2003, Smith & Whitehead 1999) (de Denkinger, et al. 2009).

La distribución y abundancia de cetáceos dentro de la RMG muestra que la mayoría de observaciones han sido registradas cerca a las costas de las islas más grandes o zonas de alta productividad, con énfasis en áreas como el Canal Bolívar, al sur de Isabela y de Floreana, oeste de la Isla Isabela, y entre San Cristóbal y Santa Fé (Denkinger et al. 2009).

La presencia de diferentes especies de cetáceos durante todo el año en la RMG proporciona una oportunidad única para estudiar la influencia de fuertes gradientes ambientales en la estructura de las comunidades de cetáceos y su abundancia a escala local; los cuales son datos importantes ya que se conoce muy poco sobre las comunidades y poblaciones de pequeños cetáceos y ballenas de barbas dentro del archipiélago (Palacios y Salazar, 2002). En este

sentido es importante monitorear tendencias de la distribución y abundancia actual de los cetáceos en el área de la RMG así como definir la densidad de los stocks y su conectividad con otras poblaciones fuera de Galápagos.

Por otra parte el Ecuador, está suscrito a varios convenios internacionales dentro de su marco legal como la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), Convención sobre Especies Migratorias (CMS) y la Comisión Ballenera Internacional (CBI); en la que se establece la moratoria que ha permitido la recuperación de varios grupos (stocks) de las poblaciones de cetáceos, apoyando la implementación de un sistema de monitoreo y vigilancia (MAE 2010). El apoyo y la participación en estos convenios dan pie a la conservación de ballenas y pequeños cetáceos en aguas ecuatorianas.

Este estudio forma parte del proyecto CETACEA del GSC/ Universidad San Francisco de Quito en cooperación con el PNG que se desarrolla dentro de la RMG y a lo largo de la costa continental, para monitorear comunidades de cetáceos a largo plazo.

2. Objetivos

Los objetivos planteados en este estudio son:

1. Definir la presencia de las diferentes especies en el canal Bolívar y al oeste de la Isla Isabela.
2. Conocer la abundancia relativa y distribución de las poblaciones de cetáceos presentes en el canal Bolívar en la época de mayo a noviembre,
3. Delimitar la distribución de las comunidades de cetáceos al oeste de la Isla Isabela para el manejo de conservación.

3. Área de Estudio

El área de estudio se localiza en la zona oeste de la RMG (Figura 1), en el sector ecuatorial oriental del Océano Pacífico, aproximadamente a 1000km de la costa de Ecuador; entre los 01° 40'N – 01° 25'S y los 89° 15'O – 92° 00'O. El

conjunto de islas dentro de la RMG representan la cima de volcanes que constituyen una plataforma relativamente somera (<200m) pero rodeada de aguas profundas (+1000- 4000m) (Bustamante et al., 1999, Snell et al., 1995). Galápagos está influenciado por el encuentro de tres principales corrientes oceánicas que muestran una marcada estacionalidad en cuanto a su intensidad y dirección (Banks, 2002). La corriente sur-ecuatorial, corriente de Humboldt que domina en la época de garúa (de mayo a noviembre), se caracteriza por acarrear aguas frías, la corriente de Panamá que es una extensión de la contracorriente nor-ecuatorial acarrea aguas cálidas en la época húmeda (diciembre a junio) (Banks, 2002). En el oeste, la Corriente de Cromwell, que fluye a profundidad a lo largo del ecuador y surge a medida que incide en la plataforma de Galápagos, suministrando condiciones de afloramiento asociadas a una alta productividad durante todo el año (Banks, 2002)..

La zona del Canal Bolívar al oeste del Archipiélago, es una de las zonas más productivas dentro de la RMG (Ruiz & Wolf, 2011), con la temperatura superficial del mar más baja (Harris 1969, Palacios 2004). El área de estudio en el canal Bolívar posee un área aproximada de 18000 km², e incluye las aguas alrededor de Fernandina y al oeste de Isabela, con aguas relativamente someras y hábitats costeros pero muy cercanas a aguas sumamente profundas (>4000 m) lo cual apoya una fuerte surgencia (Figura 1).

4. Metodología

4.1 Trabajo de campo y toma de datos

El presente estudio fue llevado a cabo en los meses de Mayo a Noviembre del año 2011. Para el análisis presencia de cetáceos en las diferentes estaciones se agrupa los meses en trimestres según las épocas cálidas, de transición y frías (ver Palacios 2003).

La metodología del estudio estuvo dividida en dos tipos de esfuerzo:

1. Avistamientos desde plataformas terrestres desde un punto de control y vigilancia del Parque Nacional Galápagos (PNG) dentro del canal Bolívar, desde la cual se observa todo el ancho del área del canal hasta Fernandina y desde la zona sur de playa negra (00°12'17.3"S-

91°25'13.5''W) hacia el norte y el área de los cañones al sur (00°19'57.8''S – 91°20'54.6''W) (Figura 2).

2. Navegaciones en lanchas de patrullaje del PNG que cubrían el área del canal Bolívar.

Las observaciones se realizaron en horas de la mañana y horas de la tarde con un promedio de dos horas y media por sesión y con un total de 293 horas de observación, en las que un solo observador escaneaba toda el área a simple vista y con la ayuda de binoculares (7x50 DCF HP marca Bushnell). Se registraron la fecha, hora y condiciones oceanográficas como la condición del mar en escala Beaufort (desde cero para mar en calma hasta tres para mar movido, pasado tres en la escala no era posible realizar los avistamientos), la cobertura de nubes (en octavos) y el ángulo del brillo del sol sobre el agua para cada observación, se registró la especie, número de individuos y las características que ayudaron a su identificación (ej. aleta, soplo, etc.); el comportamiento se registró en base al etograma descrito en la tabla 1. Mas allá se registro la presencia de fauna asociada a la observación como lobos marinos, lobos peleteros y aves marinas.

Durante 7 días de la temporada las observaciones fueron desde otro punto de control ubicado a 6 millas al norte del primer punto de control en el área de playa negra. Del punto de observación 2 se realizaron un total de 17 horas de observación, cubriendo toda el área norte del Canal Bolívar y la zona de Playa Negra (Fig. 3).

Las navegaciones o transectos fueron realizados mediante los patrullajes de control del personal del PNG o en embarcaciones de turismo que transitaban en el área del Canal Bolívar, la parte oeste de Isabela y el área de costa de Fernandina, abarcando áreas cercanas a la costa principalmente (Fig. 4).

Para los trayectos navegables se utilizó primordialmente una embarcación de 7.50 metros de eslora con un motor fuera de borda cuatro tiempos de 100 hp. Se navegó a una velocidad promedio de 10 nudos. El observador escaneó el mar en toda el área visible para el ojo y con la ayuda de binoculares (7x50 DCF HP) a una altura de 2.5 metros snm. Las navegaciones tuvieron un promedio de duración de una hora y treinta y ocho minutos con un rango desde veinte

min hasta cuatro horas con cuarenta minutos dependiendo de las necesidades de patrullaje del PNG. En total se observó durante 203 horas desde la lancha. En cada una de las navegaciones se tomaban los mismos datos mencionados arriba y la posición GPS inicial y final del trayecto además de una posición a cada hora o de un cambio de rumbo significativo.

Para medir el esfuerzo se registró la hora de inicio y final del trayecto y se paró el tiempo de esfuerzo durante paradas de observación o control. Para cada avistamiento se anotó el ángulo desde el transecto hacia el/ los individuos avistados con la ayuda de la brújula integrada en los binoculares y se dirigió la embarcación hacia el grupo o individuo avistado. Se registró la hora, la posición GPS, la especie y el tamaño del grupo. Se anotó el comportamiento del grupo. Se obtuvo un registro fotográfico de la mayoría de individuos posibles para la correcta identificación de las especies y para el catalogo de foto-identificación, utilizando una cámara Nikon D5100, con un lente AF-S Nikon 55-200mm. Luego de tener la información necesaria se continuó con el transecto y se reinicia el tiempo de esfuerzo.

Avistamientos de aves, tortugas, tiburones y otros mamíferos marinos fueron colectados en el caso de existir, como parte del protocolo en modo de fauna acompañante en el caso que se encontraron en inmediata cercanía a los cetáceos observados.

Además se utilizaron 11 avistamientos ocasionales realizados por guías naturalistas a bordo de las embarcaciones Lyndbland Expeditions que operan en el área de estudio y 4 avistamientos realizados por voluntarios del Parque Nacional Galápagos en trayectos de navegación

4.2 Análisis de datos

4.2.1 Abundancia Relativa

Para determinar la abundancia relativa de las diferentes especies calculamos la cantidad de animales registrados por hora de observación (Denkinger et al., 2006, Oviedo. L y Silva. N, 2005, Gardner. C. S, 2000, Smultea. M, 1994, Breese y Tershy, 1993).

$$A = N / \sum th.$$

Donde N = número de individuos encontrados en los transectos; Σth = esfuerzo total de observación en horas.

4.2.2 Rangos de Distribución

Con las posiciones GPS en latitud y longitud tomadas al momento de los avistamientos en las navegaciones, avistamientos fuera de esfuerzo y con una estimación de los puntos desde plataforma utilizando el programa Google Earth, se establece una cartografía de la distribución de los diferentes grupos observados utilizando el programa de sistemas de información geográfica Maptool. Las observaciones fueron agrupadas en diferentes mapas según época del año y separadas por grupos (odontocetos y misticetos). Para cada mapa se agregaron datos de productividad y temperatura superficial del mar para correlacionar la distribución de las especies encontradas con parámetros oceanográficos.

4.2.3 Análisis Fotográfico

Con las mejores fotografías obtenidas se hace un análisis con el programa Picasa 3 © 2003-2009 Google, Inc. Se identifica individuos en base a marcas naturales presentes en los mismos (Hammond, 1990) utilizando principalmente marcas naturales, pigmentación o formas de la aleta dorsal y aleta caudal. Si el individuo presenta marcas significativas se los incluye en los catálogos de Foto-ID.

Los individuos identificados se los compara entre sí y con el catalogo de foto identificación del proyecto Cetácea para encontrar re-avistamientos en la temporada o dentro de la RMG.

5. Resultados

5.1 Abundancia relativa

Se obtuvo un esfuerzo total de 513 horas de búsqueda, divididas en esfuerzo desde plataforma y navegaciones (Fig.5). Para ello se realizaron 125 navegaciones en el área de estudio y 79 días de esfuerzo en avistamientos

desde plataforma que se dividen en los meses de mayo a noviembre del año 2011 sin contar el mes de julio en el que no hubo ningún esfuerzo (ver Tabla 3).

En total se encontraron 10 especies de cetáceos (Tabla 4). En cuanto a los avistamientos se obtuvo un total de 483 avistamientos para la temporada. La especie más comúnmente avistada fue el Rorcual tropical o Ballena de Bryde (n=330) y el delfín nariz de botella (n=53).

Entre las ballenas de barbas, la ballena de Bryde fue la más abundante en la zona con una abundancia relativa de 1.1 ind/h, seguido de la ballena jorobada con 0.2 ind/h, para el resto de grandes ballenas se obtuvo una abundancia relativa menor a 0.1 ind/h siendo poco comunes en el área de estudio. En cuanto a odontocetos el delfín nariz de botella fue la especie más abundante en el área con 1.6 ind/h seguido del delfín común con 0.5 ind/h y la orca con 0.1 ind/h, el resto de odontocetos tuvieron una abundancia relativa menor a 0.1 ind/h y eran más bien raros en el área de estudio.

En relación a las diferentes épocas, la mayoría de ballenas de barbas se observaron en la época fría y de transición de fría a cálida, a diferencia de los odontocetos que eran más abundantes en la época de transición de época cálida a fría.

5.2 Distribución

La distribución de especies varía de acuerdo a la época del año. Para los meses de transición de mayo y junio de la temporada cálida a la temporada de aguas más frías los avistamientos estuvieron compuestos principalmente por especies de pequeños cetáceos (*T. truncatus*, *O. orca*, *Ziphius. sp.*) mayormente de hábitos costeros que se encontraban alimentándose o viajando en el área de estudio. En la época fría de julio a septiembre la distribución de cetáceos en el canal fue más homogénea con una mayor congregación de individuos dentro del canal y hacia la parte norte en la zona de playa negra. La mayoría eran ballenas de barba (*B.edeni*; *M. novaeangliae*; *B.musculus*) distribuidas en toda el área de estudio con mayor cantidad de avistamientos y abundancia en el mes de septiembre (Fig. 10). Se observaron un gran número

de grupos de madres con crías (n=42) ocupando las aguas someras cercanas a la costa. Ellos usaron esta zona principalmente para alimentación y en ocasiones se observó asociaciones con otras especies (lobos, atunes, aves y entre diferentes especies de cetáceos). Durante esta temporada se observaron muchas especies migratorias de hábitos más oceánicos (*M. novaeangliae*; *B. borealis*; *B. acutorostrata*) además de las especies costeras presentes en toda la temporada. Para los meses de octubre y noviembre la distribución es muy similar a la de la temporada fría aunque se observan menos especies (*B. edeni*, *T. truncatus*, *O. orca*). Esta distribución observada para las grandes ballenas de barbas coincide con la época de mayor productividad en la zona del Canal Bolívar por lo que se ve estrechamente relacionada la distribución de especies con la productividad primaria y secundaria que se genera por los afloramientos ocurridos en el área en la temporada de aguas más frías.

5.3 Identificación de Individuos

Se obtuvieron fotografías de seis especies diferentes de cetáceos, para mysticetos se identificaron diez individuos de *B. edeni*, cinco individuos de *M. novaeangliae* y un individuo de *B. musculus*; además de treinta y seis individuos de *T. truncatus* y tres individuos de *O. orca* para los odontocetos. Se obtuvo un match de dos individuos de orcas avistados el 5 de mayo del 2011 en Punta Espinoza, Fernandina, con individuos fotografiados en Floreana, Punta Cormorant, el 13 de diciembre de 2011. Para el resto de individuos identificados no se encontró match.

6. Discusión

6.1 Abundancia Relativa y Distribución

Existe una alta abundancia relativa de cetáceos en el área de estudio dentro de la temporada lo cual posiblemente se debe a la alta productividad primaria que atrae altas concentraciones de zooplancton y peces (Ruiz y Wolf, 2011). Las especies dominantes entre los cetáceos son el delfín nariz de botella (*T. truncatus*) (1.6 ind/hora) y la ballena de Bryde (*B. edeni*) (1.1 ind/hora), los cuales igualmente son las especies más frecuentemente registradas dentro de

la RMG. Ambas especies están asociadas a núcleos de surgencia en el caso del área de estudio por la surgencia topográfica de la corriente submarina de Cromwell (Merlen 1995; Smith y Whitehead 1999; Álava 2002; Palacios y Salazar 2002), y tienen hábitos costeros. Se las observa con mayor frecuencia y abundancia en la época de aguas más frías y mayor productividad. Caso contrario al delfín común (*D. delphis*) a pesar de ser el cetáceo más abundante registrado para el archipiélago siendo una especie típica de las zonas de surgencia (Palacios y Salazar 2002), no se observó muy frecuentemente en el área de estudio ocupando el tercer lugar en abundancia. Posiblemente este delfín presenta un comportamiento más oceánico en aguas de mayor profundidad; de igual forma se puede concluir para otras especies registradas como comunes para el área de estudio como el cachalote (*P. macrocephalus*), el delfín de riso (*G. griseus*), y las ballenas piloto (*G. macrorhynchus*) parecen ser visitantes ocasionales al área de estudio.

6.2 Diversidad de Especies

En general existe una alta diversidad de especies de ballenas de barbas al encontrar cinco especies de las seis registradas para aguas del archipiélago. La mayor cantidad de avistamientos para las ballenas de barbas ocurrieron en la época fría y de transición de fría a cálida, para la época de transición de cálida a fría, los avistamientos eran esporádicos y solo se obtuvo registros de una especie (*Balaenoptera edeni*), que está presente en todo el año en las aguas de la RMG según Palacios y Salazar (2002) y Merlen (1999). De las cinco especies encontradas solamente dos especies (*B. edeni* y *M. novaeangliae*) son comunes en el área con más de 10 avistamientos en la temporada; por lo que se concluye que la distribución y abundancia de cetáceos en el canal está relacionado con la temperatura del agua y la productividad existente, encontrando mayor número de individuos cuando existen aguas más frías con afloramientos y disponibilidad de alimento.

Para la ballena jorobada se encontró un pico de mayor avistamientos para el mes de septiembre y octubre donde presenta más actividad de superficie (saltos, golpes de las aletas y la cola) de crías y adultos en general, esto coincide con el final de la temporada de crianza de ballenas jorobadas en la

costa continental (Felix y Botero, 2009). Las ballenas jorobadas están distribuidas en toda el área de estudio con un mayor énfasis en la zona central del canal, pero se necesita de un mayor esfuerzo para confirmar si son individuos de paso por las islas o si permanecen toda la temporada usando la zona de la RMG como área de crianza. La ballena azul (*Balaenoptera musculus*) fue observada en el área alimentándose y de paso por el canal. Según Denkinger et al. (2009) la cantidad de avistamientos de esta especie ha incrementado desde el año 2003. Según Palacios (1999) las ballenas azules utilizan las aguas de Galápagos como zona de alimentación y por ende, se trata de una zona núcleo importante para la especie.

De las especies de odontocetos encontradas, el delfín nariz de botella y la Orca fueron las especies más observadas. Los delfines nariz de botella se alimentan muy cerca a la costa y con mayor abundancia en los meses de mayo y octubre, mientras que las orcas están más presentes en mayo y septiembre, esto coincide con el mes de mayores avistamientos de cetáceos por lo que la presencia de la especie está relacionada a la disponibilidad de presas (Denkinger, 2009), sin embargo no existen observaciones de Orcas cazando ballenas en Galápagos pero si en la costa continental. Entre las especies poco comunes, los Zifios aparecen ocasionalmente en el área del canal debido a la proximidad a aguas profundas.

Para la distribución en general se observa mayor cantidad de avistamientos e individuos en la zona norte del canal bolívar y en toda el área nor-oeste de la costa de Isabela pero en esa zona el esfuerzo fue mayor, mientras que hacia la zona sur y en el área de mayor cantidad de clorofila observada en los mapas (zona de bahía Urbina) se realizaron menos navegaciones por cuestiones de logística en relación a la distancia desde la caseta que era la zona base y porque las condiciones oceanográficas como los fuertes oleajes y mucho viento no lo permitieron en algunas ocasiones. Sin embargo Denkinger (pers. com.) observó una gran cantidad de ballenas de barba al sur de Fernandina en un crucero en el año 2009. La concentración de abundancia de especies y el alto número de avistamientos al oeste de las Galápagos ha sido previamente reportada en otras contribuciones (Merlen, 1995; Álava, 2002; Palacios y

Salazar 2002; Palacios, 2003), por lo que las observaciones realizadas en este reporte corroboran dichos estudios.

Según los resultados de este proyecto, la composición de especies varía según la temporada: en los meses de transición caliente a frío es más común encontrar especies de delfines y en la época fría las ballenas de barbas son más comunes y disminuyen los avistamientos de pequeños cetáceos. Lastimosamente no existen estudios comparables para la época cálida.

Aún cuando la mayor cantidad de avistamientos correspondió a la Ballena de Bryde (n=330), los índices de abundancia relativa por especie (número de individuos por hora) mostraron que el delfín nariz de botella (n=53) es la especie más abundante en el área con 1.6 ind/h. Esto se debe a que los odontocetos tienden a formar manadas más grandes, mientras que la ballena de Bryde es más bien solitaria o aparece en grupos pequeños. De igual forma debido al alto número de avistamientos encontrados de ambas especies se piensa que los individuos permanecen en el área toda la temporada por lo que se necesita de un mayor esfuerzo para corroborar estos datos y ver si son los mismos individuos que permanecen durante todo el año y si muestran una fidelidad interanual a la zona.

Se observa una mayor concentración de individuos dentro del canal en el mes de septiembre mientras que en los otros meses los cetáceos estaban distribuidos por toda el área de estudio, para los meses de octubre y noviembre cuando el INOCAR registró anomalías de temperatura de -1 y -2 °C disminuyó la actividad en superficie pero se mantuvo la presencia de cetáceos en el área de estudio e incluso en los meses de transición de época fría a cálida se mantuvo una alta productividad en el área.

7. Recomendaciones y Proyecciones a futuro

Es importante mantener un programa estandarizado de monitoreo de mamíferos marinos enfocado en cetáceos dentro de la RMG, que se mantenga en el largo plazo, permitiendo conocer tendencias de distribución y abundancia de las poblaciones dentro de la RMG; generando conocimiento e información oficial necesarios para la aplicación de medidas de manejo y conservación.

Se prevé cubrir las necesidades actuales y futuras para mejorar el levantamiento sistematizado de la información básica de la dinámica poblacional de mamíferos marinos como la abundancia y distribución, información que coincide con el planteamiento en la línea base de generar lineamientos básicos de comportamientos para los observadores de cetáceos dentro de la RMG y enfatizar estudios de interacción de especies con pesquerías, monitoreos continuos de los avistamientos y la creación de catálogos de foto-identificación (Palacios y Salazar, 2002) . De esta forma se reactiva los esfuerzos de manejo en el tema de cetáceos dentro de la RMG propuestos por el gobierno del Ecuador que estableció un refugio de ballenas en todas las 200mn de aguas territoriales con un Santuario de ballenas en la Reserva Marina de Galápagos (Evans, 1991, Merlen, 1992).

8. Bibliografía:

- Álava** J J. 2009. Carbon productivity and flux in the marine ecosystem of the Galapagos Marine Reserve based on cetacean abundances and trophic indices. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 44(1): 109-122.
- Álava** J J. 2002. Registros y abundancia relativa de mamíferos marinos durante el crucero oceanográfico insular B/I ORION (CO-II-2000) en las islas Galápagos y sus alrededores. *Acta Oceanográfica del Pacífico* 11:165-172.
- Au** D W K and Perryman W L. 1985. Dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. *Fish. BUN.*, US 83(4):62343
- Banks** S. 2002. Ambiente Físico. En: *Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad* (Danulat E & GJ Edgar, eds.). pp. 22-37. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Ballance** LT, Pitman RL, Fiedler PC. 2006. Progress in Oceanography Oceanographic influences on seabirds and cetaceans of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*. 69:360-390.
- Breese** D and Tershy B. 1993. Relative Abundance of Cetacea in the Canal de Ballenas, Gulf of California. *Marine Mammal Science* 9(3): 319-324.
- Day** D 1994. List of cetaceans seen in Galápagos. *Noticias de Galápagos* 56: 5–6.
- Denkinger** J, Suárez C, Franco A y Riebensahm D. 2006. Informe final del Componente Marino. *Proyecto ESMEMAR*. 9-23.
- Denkinger** J, Salazar S, Krutwa A, Merlen G, Murillo J. 2009. Distribución y Abundancia de cetáceos en la Reserva Marina Galápagos.
- Edgar** G J, Banks S, Farina J M, Martinez C. 2004. Regional biography of shallow reef fish and macro-invertebrate communities in the Galapagos Archipelago. *J.Biogeog.* 31: 1107-1124.

- Evans D.** 1991. Ecuadorian whale sanctuary is created providing protection for the Galápagos Islands. *Ambio* 20(2): 97.
- Felix F** and **Botero N.** 2009. Distribution and Seasonal Occurrence of Humpback Whales (*Megaptera novaeangliae*) cows with calves in coastal waters of Ecuador. SC/61/SH2. Fundacion Ecuatoriana para el Estudio de Mamíferos Marinos.
- Ferguson M C** and **J Barlow.** 2003. Addendum: spatial distribution and density of cetaceans in the Eastern Pacific Ocean based on summer/ fall research vessel surveys in 1986-1996. Southwest Fisheries Science Center. Administrative report LJ-01-04 (Addendum), available from National Marine Fisheries Service, NMFS, P.O.Box 271, La Jolla, California 92038. Pp.99.
- Gardner S C** and **Chávez-Rosales S.** 2000. Changes in the relative abundance and distribution of Gray Whales (*E. robustus*) in Magdalena Bay, Mexico during an El Niño event. *Marine Mammal Science*, 16: 728–738. doi: 10.1111/j.1748-7692.2000.tb00968.x
- Hammond P S.** 1990. Capturing whales on film—estimating cetacean population parameters from individual recognition data. *Mammal Review*, 20: 17–22. doi: 10.1111/j.1365-2907.1990.tb00099.x
- Harris M P.** 1969. Breeding seasons of sea-birds in the Galápagos Islands. *Journal of Zoology*, London 159:145.165.
- MacLeod C D.** 2009. Global climate change, range changes and potential implications for the conservation of marine cetaceans: a review and synthesis. *Endang Species Res Vol.* 7: 125-136; 2009.
- Merlen G** 1992. Ecuadorian whale refuge. *Noticias de Galápagos* 51: 23–24.
- Merlen G** 1995. Guía de campo de los mamíferos marinos de Galápagos. Fundación Charles Darwin para las Islas Galápagos, 130 pp.
- Merlen G.** 1999. The Orca in Galápagos: 135 sightings. *Noticias de Galápagos (Galápagos News)* 60:2-8.
- Oviedo L y Silva N.** 2005. Sighting frequency and relative abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the northeast coast of Margarita Island and Los Frailes Archipelago, Venezuela. *Rev. biol. trop* [online]. vol.53, n.3-4 [citado 2012-01-24], pp. 595-600. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442005000200026&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-7744.
- Palacios D M** 1999b. Blue Whale (*Balaenoptera musculus*) occurrence off Galapagos Islands, 1978-1995. *Journal of Cetacean Research and Management* 1: 41-51.
- Palacios D M Salazar S.** 2002. Cetáceos. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad (Danulat E & GJ Edgar, eds.). pp. 291-304. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos, Ecuador.
- Palacios D M** 2003. Oceanographic Conditions Around the Galápagos Archipelago and Their Influence on Cetacean Occurrence Oregon State Univ., Corvallis, Oregon, USA.
- Ruiz D J, Wolff M.** 2011. The Bolivar Chanel Ecosystem of the Galapagos Marine Reserve: Energy flow structure and role of keystone groups, *J. Sea Res.* (2011), doi: 10.1016/j.seares.2011.05.06.

- Scheidat** M, Castro C, Denkinger J, González J y Adelung D. 2000. A breeding area for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Ecuador. *Journal of Cetacean Research and Management*. 2(3):165- 72.
- Smith** SD & H Whitehead. 1999. Distribution of dolphins in Galápagos waters. *Marine Mammal Science* 15: 550–555
- Smultea** M A. 1994. Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with a calf in coastal habitat near the island of Hawaii. *Canadian Journal of Zoology*, 1994, 72:(5) 805-811, 10.1139/z94-109
- Snell** H M, Stone PA & HL Snell. 1995. Geographical characteristics of the Galápagos Islands. *Noticias de Galápagos* 55:18-24.
- Wade** P R & T Genodette. 1993. Estimates of Cetacean Abundance and Distribution in the Eastern Tropical Pacific. Report of the International Whaling Commission 43:477-493.
- Whitehead** H. 1999. Variation in the visually observable behavior of groups of Galápagos sperm whales. *Marine Mammal Science* 15: 1181-1197.
- Whitehead** H, B MacGill and B Worm. 2008. Diversity of deep-water cetaceans in relation to temperature: implications for ocean warming. *Ecology Letters*, (2008) 11: 1198 – 1207.

9. Apéndices Tablas, figuras, anexos

9.1 Tablas

Tabla 1. Etograma de comportamiento de superficie de cetáceos

Comportamiento	Código	Definición
Viajar	Tr	Los animales se mueven cerca de la superficie a una velocidad moderada, en una dirección continua sin cambiar de rumbo.
Descansar	Re	Los animales se quedan en un mismo lugar sin mayor movimiento
Alimentación	Fe	Las ballenas se alimentan en un sitio restringido de tamaño variado según especies dándose vueltas largas o creando redes de burbujas. Normalmente coincide con actividad de aves y peces en la superficie.
Cazar	Ch	Los animales viajan a mayor velocidad en el caso de delfines y se ve mucha actividad de peces, aves, etc. en la superficie.
Indefinido	Mi	Los animales se dan vueltas en un solo lugar sin dirección definida a menores velocidades. Este comportamiento puede estar asociado con alimentación o comportamiento social.

*(Ver Denkinger, 2009)

Tabla 2. Esfuerzo de investigación desarrollado durante el periodo de mayo a noviembre del 2011 en el área de Canal Bolívar (Galápagos)

Año 2011							
	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
Viajes *	16	4	27	39	29	10	125
Horas de esfuerzo en viajes	25	8	48	67	36	19	203
Días de esfuerzo en plataforma (B.B)**	14	11	8	22	16	5	76
Horas de esfuerzo en plataforma (B.B)**	54	49	21	88	63	17	293
Días de esfuerzo en plataforma (T.M)***	-	-	7	-	-	-	7
Horas de esfuerzo en plataforma (T.M)***	-	-	17	-	-	-	17
Avistamientos	20	12	85	212	100	54	483
# de especies	5	4	7	7	5	6	10
# Individuos ****	253	112	328	480	366	111	1650

* Viajes se refiere a los transectos realizados en las navegaciones dentro del área de estudio.

** Plataforma caseta canal bolívar (B.B)

***Plataforma tiburón martillo (T.M)

**** # de individuos es una estimación del número total

Tabla 3. Especies de cetáceos encontradas en el área de estudio en la temporada de mayo a noviembre del 2011

Nombre Común	Nombre Científico	Número de Avistamientos
Ballena de Bryde	<i>Balaenoptera edeni</i>	330
Delfín nariz de botella	<i>Tursiops truncatus</i>	53
Ballena jorobada	<i>Megaptera novaeangliae</i>	41
Orca	<i>Orcinus orca</i>	14
Delfín común de hocico corto	<i>Delphinus delphis</i>	4
Ballena azul	<i>Balaenoptera musculus</i>	4
Zifio	<i>Ziphius sp.</i>	3
Ballena minke	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	2
Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	2
Ballena sei	<i>Balaenoptera borealis</i>	2

Tabla 4. Abundancia relativa por mes de las especies encontradas.

	Mayo	Junio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
<i>Tursiops truncatus</i>	2.08	1.8	1.3	0.98	2.3	1.2	1.6
<i>Balaenoptera edeni</i>	0.025	0.035	0.66	0.99	0.7	1.0	1.1
<i>Delphinus delphis</i>	0.76	1.22	1.16	0	0	0	0.5
<i>Megaptera novaeangliae</i>	0	0	0.24	0.34	0.0	0	0.2
<i>Orcinus orca</i>	0.32	0.04	0	0.05	0.0	0.0	0.1
<i>Balaenoptera musculus</i>	0	0	0.012	0.013	0	0.0	0.01
<i>Ziphius sp.</i>	0	0.04	0	0	0	0.0	0.00
<i>Physeter macrocephalus</i>	0	0	0	0.01	0	0.0	0.00
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	0	0	0.01	0.006	0	0	0.00
<i>Balaenoptera borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Balaenoptera sp.</i>	0.025	0	0.023	0.142	0.1	0.1	0.1

Tabla 5. Comportamiento registrado en la temporada de estudio para las especies avistadas.

Especie	Comportamiento*			
	Alimentándose	Viajando	Descansando	Indefinido
<i>Tursiops truncatus</i>	41	53	-	6
<i>Balaenoptera edeni</i>	52	12	1	35
<i>Delphinus delphis</i>	-	100	-	-
<i>Megaptera novaeangliae</i>	10	32	2	56
<i>Orcinus orca</i>	36	36	-	28
<i>Balaenoptera musculus</i>	50	-	-	50
<i>Ziphius sp.</i>	-	66.5	-	33.5
<i>Physeter macrocephalus</i>	-	-	-	100
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	50	50	-	-
<i>Balaenoptera borealis</i>	-	100	-	-
<i>Balaenoptera sp.</i>	11	15	-	74
Total	43	20	1	36

* Los valores de comportamiento están dados en porcentajes del total de avistamientos por especie.

9.2 Figuras

Figura 1. Área de estudio. En la imagen se pauta la batimetría de la zona, en la parte inferior se muestra la escala de profundidad, a la derecha una imagen satelital Google Earth del lugar.

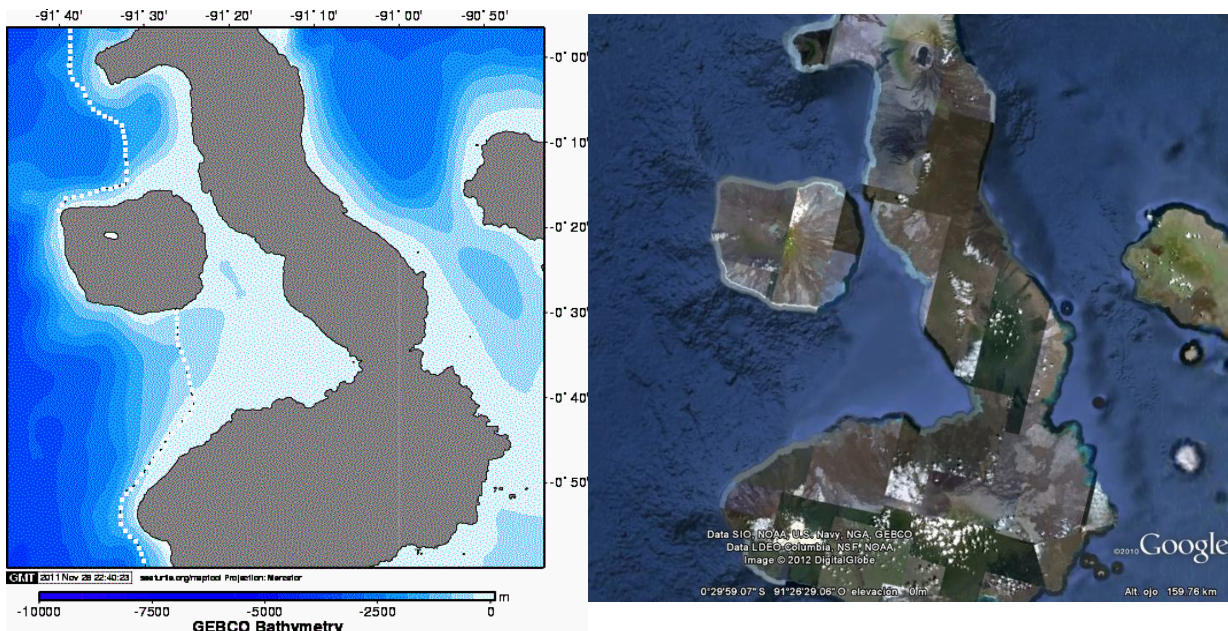


Figura 2. Plataformas de observación, en la parte izquierda la zona sombreada indica el área abarcada desde las plataformas y a la derecha imagen satelital Google Earth indicando ambos puntos de observación. (*No es una imagen a escala)

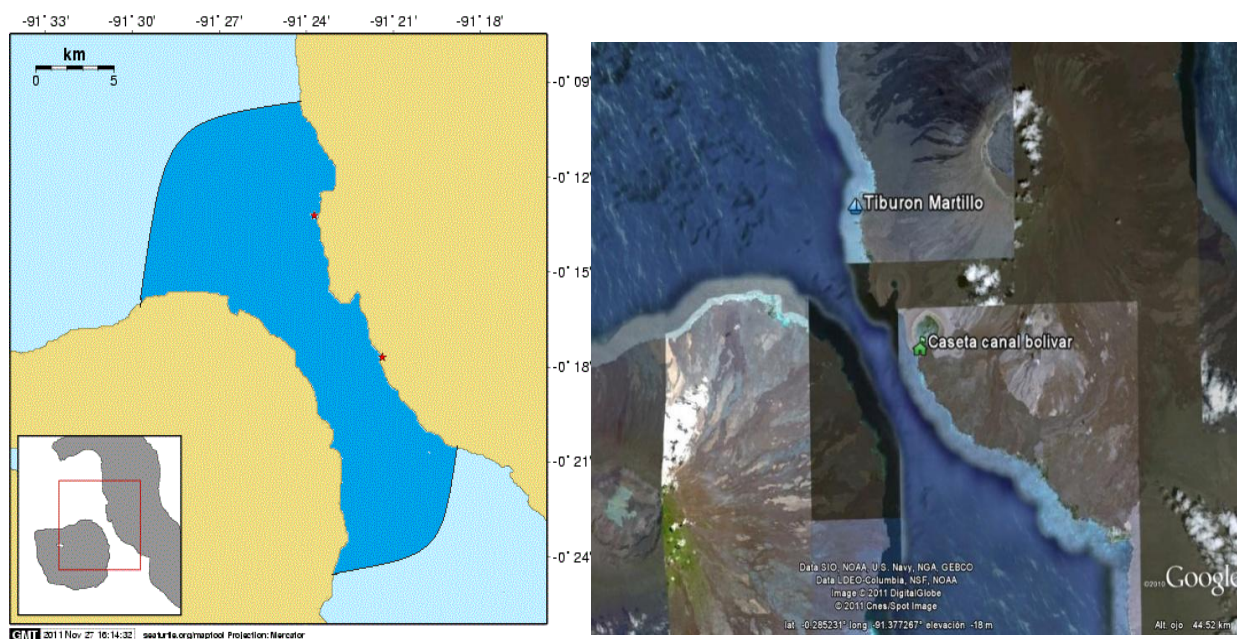


Figura 3. Transectos de navegación utilizados en la temporada mayo-noviembre 2011

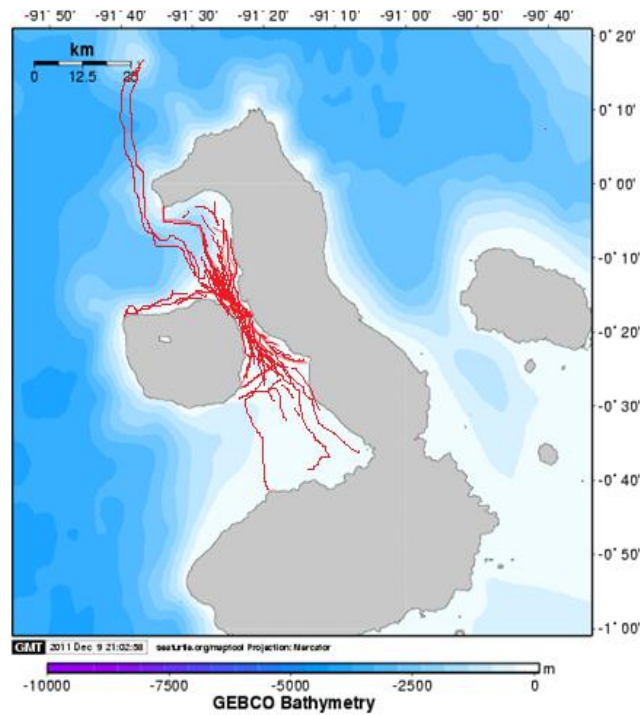


Figura 4. Esfuerzo de búsqueda por mes

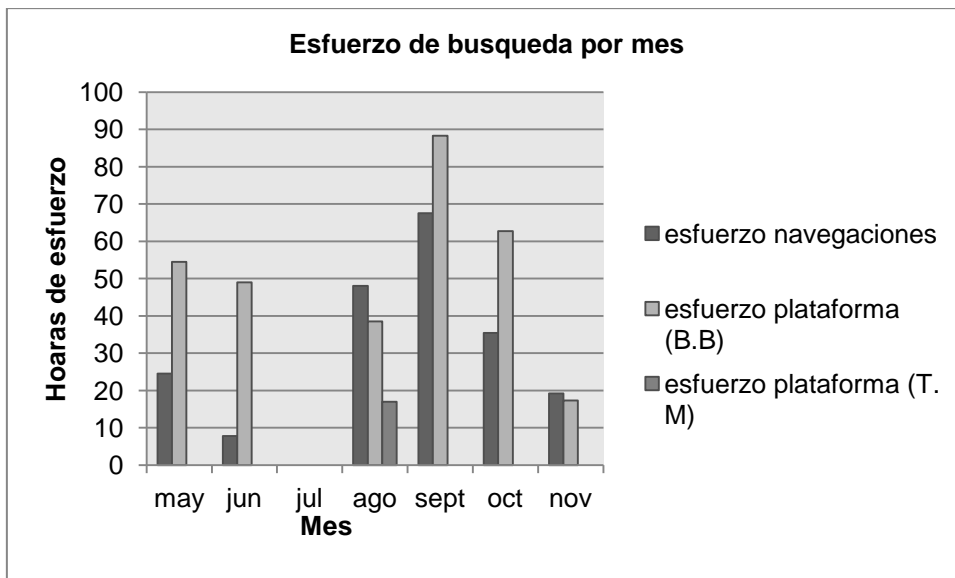


Figura 5. Abundancia relativa de las especies de mysticetos encontradas en el área de estudio en la temporada mayo a noviembre 2011.

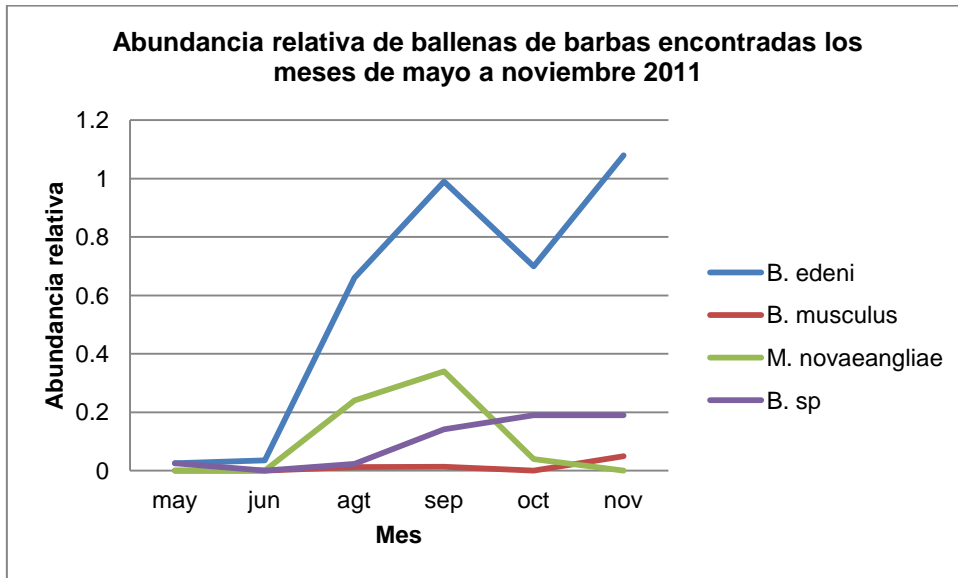


Figura 6. Abundancia relativa de las especies de odontocetos encontradas en el área de estudio en la temporada mayo a noviembre 2011.

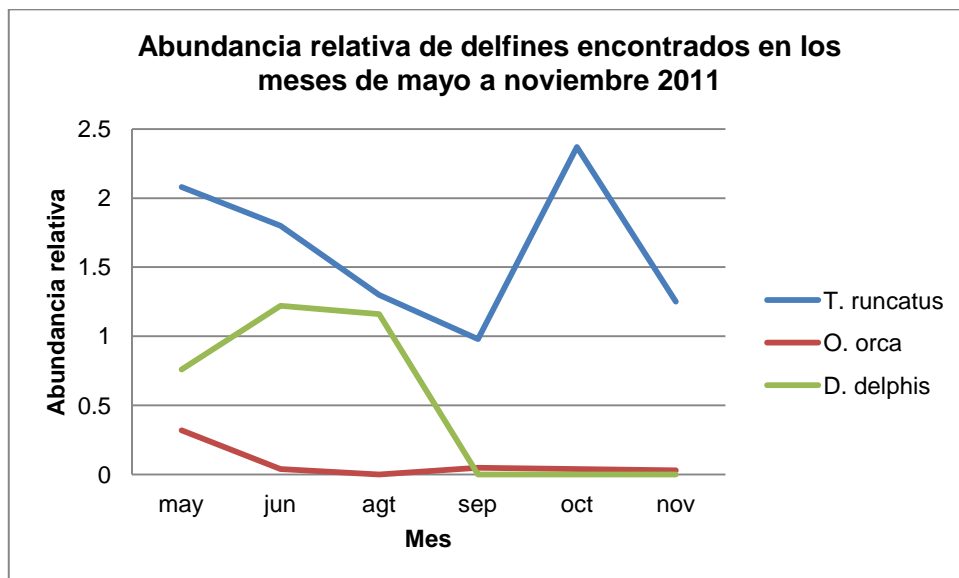
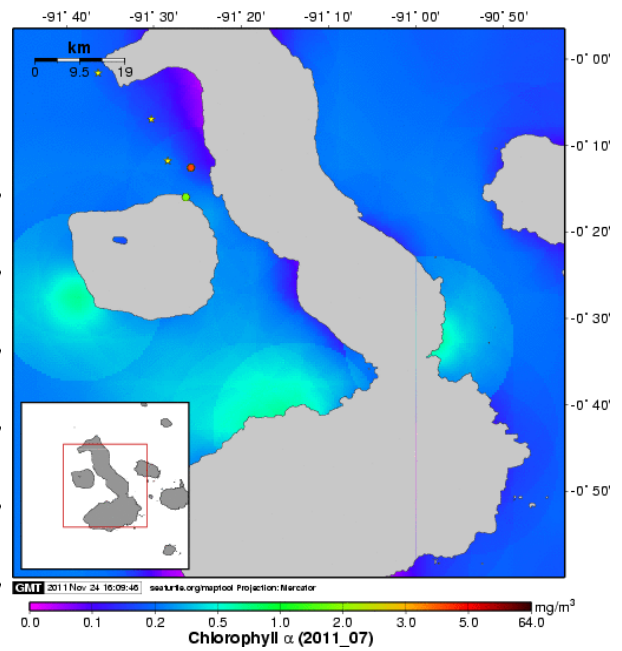
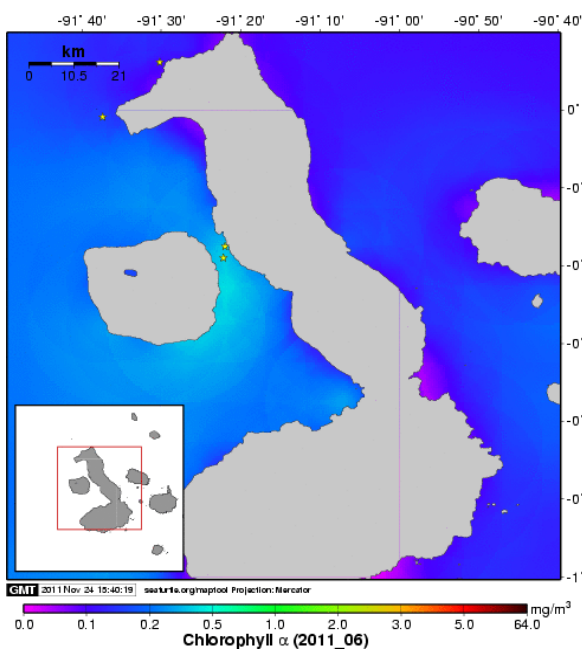
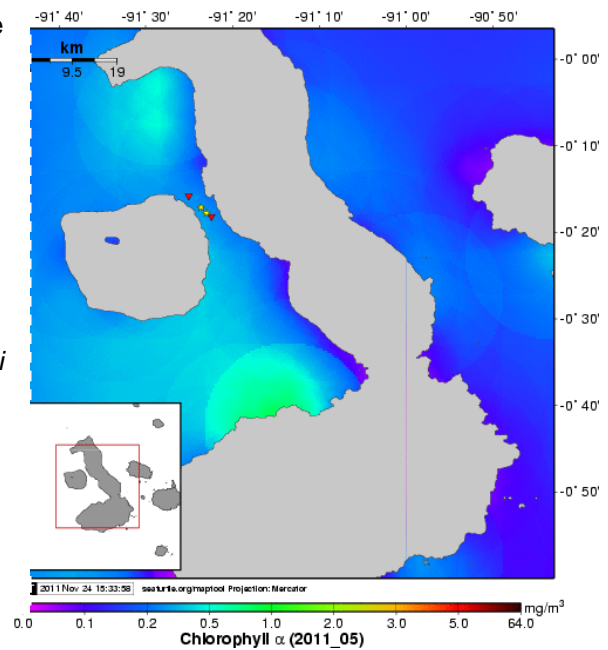


Figura.7 Distribución de avistamientos por mes de las especies de misticetos encontradas en la temporada de mayo a noviembre del 2011. Cada mapa pauta el promedio de los niveles de clorofila por mes empezando desde arriba derecha mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre.

Las especies encontradas en la temporada 2011.

- *Balaenoptera musculus* ★ *Balaenoptera edeni*
- *Megaptera novaeangliae*
- ◆ *Balaenoptera acutostrata* ▼ *Balaenoptera sp.*
- *Balaenoptera borealis*



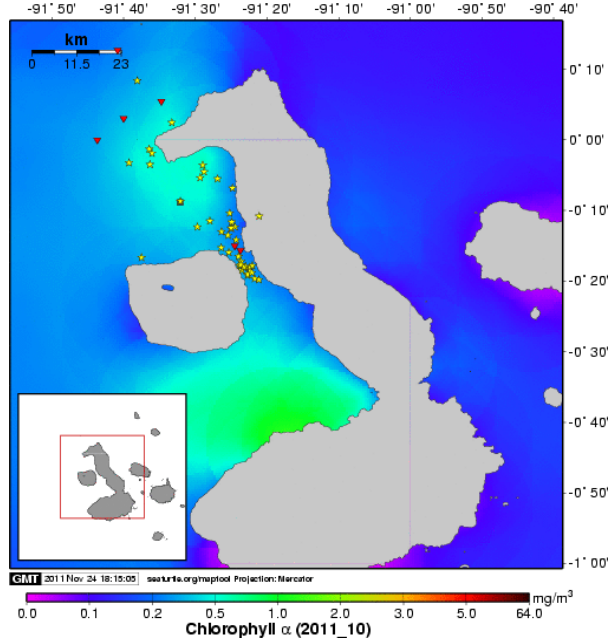
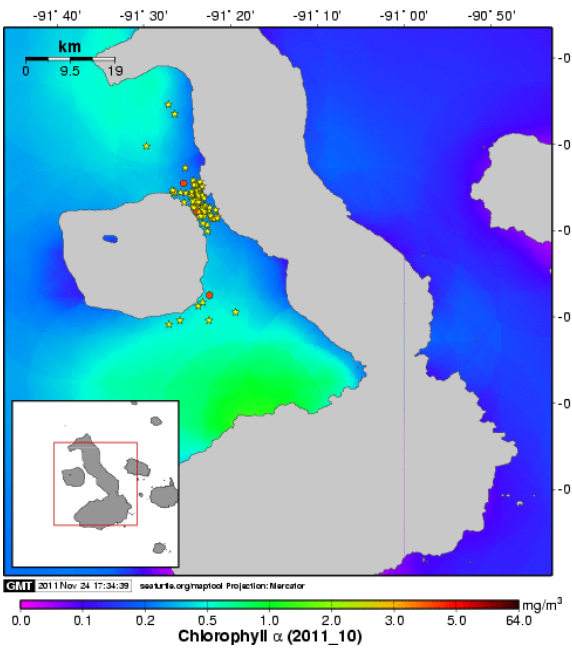
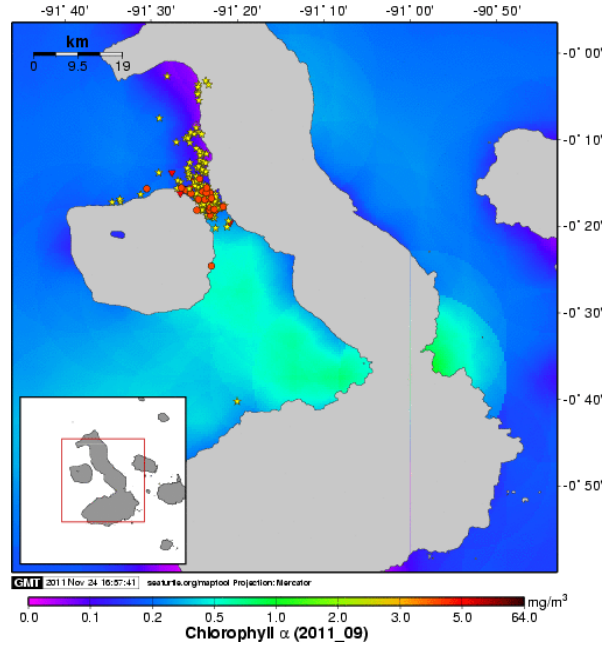
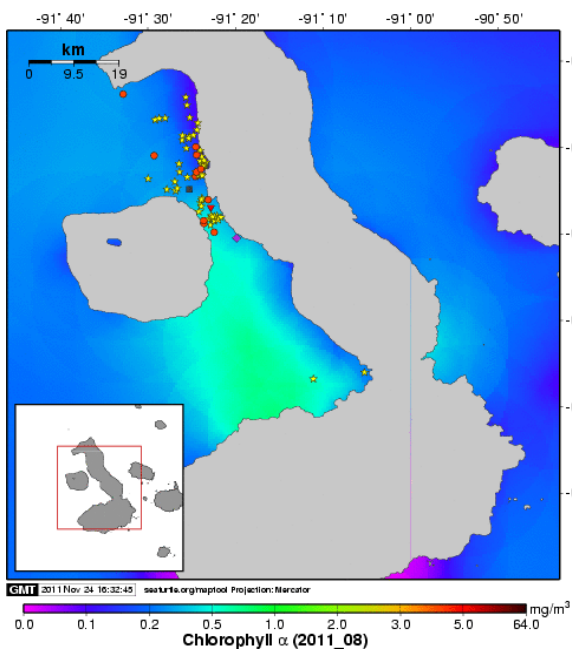
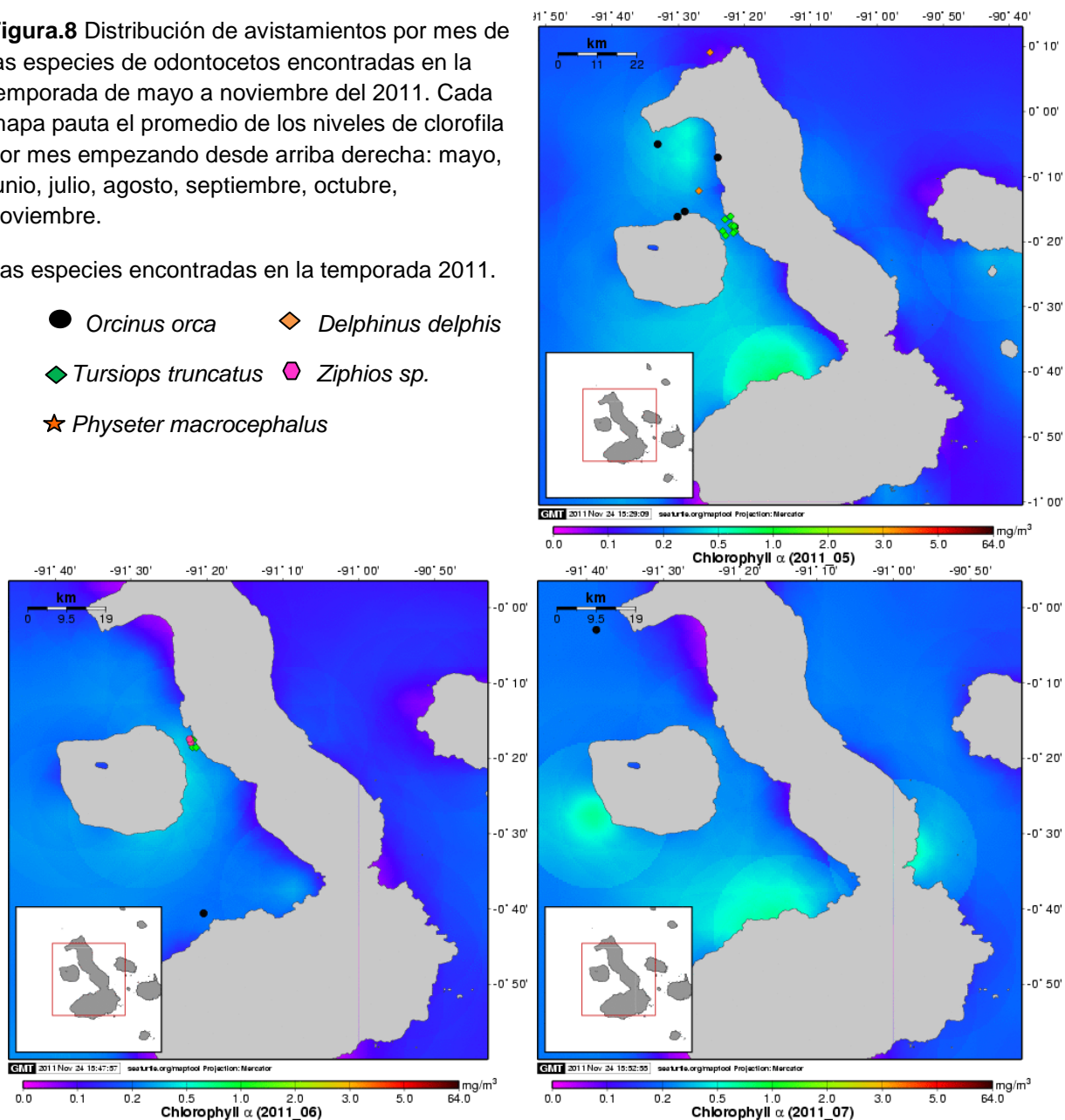


Figura.8 Distribución de avistamientos por mes de las especies de odontocetos encontradas en la temporada de mayo a noviembre del 2011. Cada mapa pauta el promedio de los niveles de clorofila por mes empezando desde arriba derecha: mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre.

Las especies encontradas en la temporada 2011.

- *Orcinus orca* ◆ *Delphinus delphis*
- ◆ *Tursiops truncatus* ◆ *Ziphius sp.*
- ★ *Physeter macrocephalus*



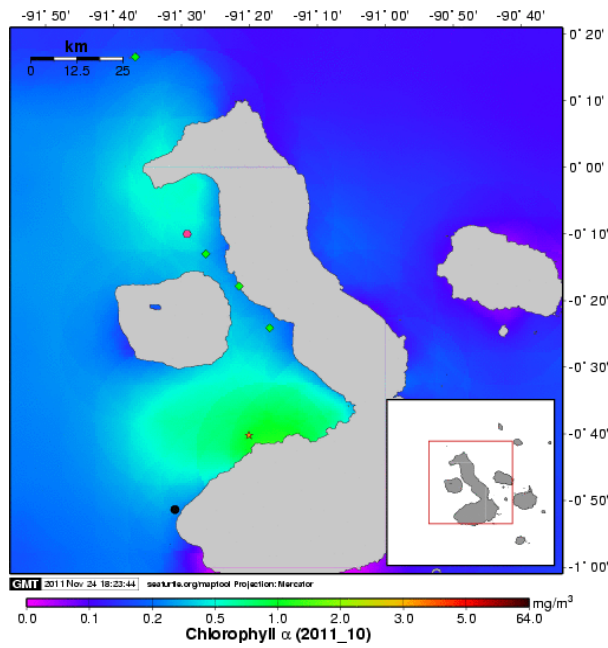
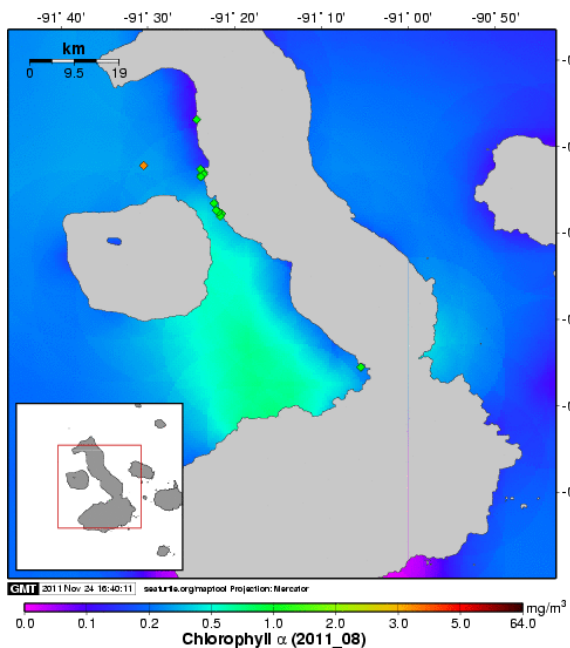
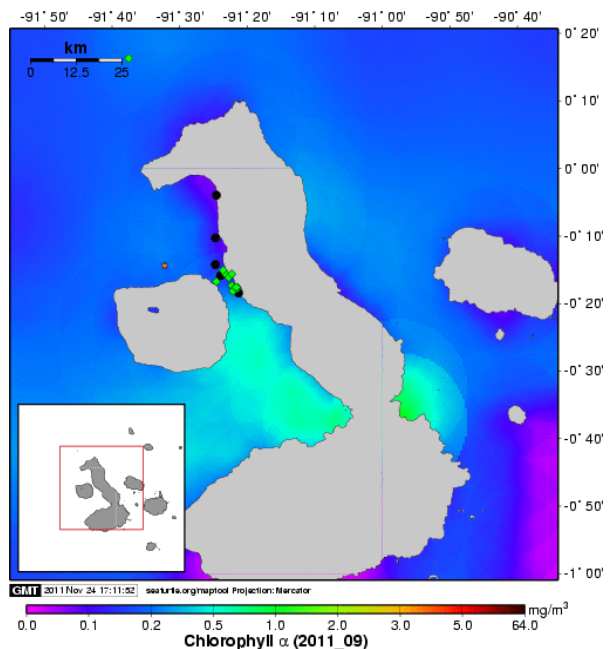
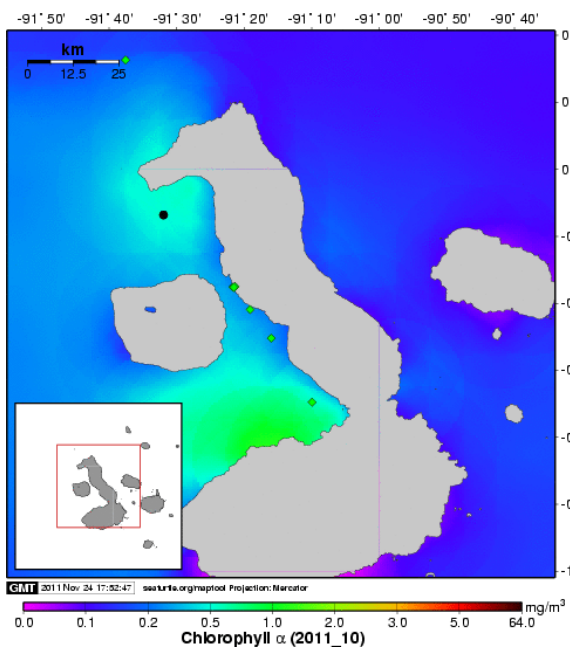


Figura 9. Avistamientos por mes de las especies encontradas durante la temporada de estudio.

