

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Demografía de ballenas jorobadas en la Reserva Marina  
Galera San Francisco  
Proyecto de investigación**

**Pablo Martín Narváez Caicedo**

**Biología**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Licenciado en Biología

Quito, 16 de diciembre de 2015

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES

**HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Demografía de ballenas jorobadas en la Reserva Marina Galera San Francisco**

**Pablo Martín Narváez Caicedo**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Judith Denkinger, Ph.D

Firma del profesor

---

Quito, 16 de diciembre de 2015

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Pablo Martín Narvárez Caicedo

Código: 00103704

Cédula de Identidad: 1713383527

Lugar y fecha: Quito, 16 de diciembre de 2015

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco al apoyo, colaboración y guianza de mi directora de tesis Judith Denkinger, a la dedicación e interés de Giovanna Jácome, Daniela Martinez, Yasuní Chiriboga, Sara Carranco, Marilda Intriago, Tessa Jackson, Jo Nichols, Alison Peron y todos los voluntarios que aportaron a la recolección de datos durante la temporada de muestreo. A los pescadores de Quingue que nos llevaron en sus lanchas y a todas las personas de Caimito que aportaron con su interés en el proyecto. Quiero agradecer al GAIAS Grant 2015, al proyecto CETACEA y a los turistas que colaboraron con el financiamiento de esta investigación. Finalmente, quiero agradecer al apoyo incondicional de mi familia en todo momento.*

## DEDICATORIA

*A la gran masa azul, los océanos, el mar y todas las criaturas que habitan en sus profundidades.*

*A la conservación de las ballenas y a todos quienes comparten el mismo objetivo de preservar la vida silvestre ante todo.*

*A mi familia y amigos que me han apoyado a lo largo de todo este proceso.*

*A los niños de Caimito y Quingue, para que su felicidad y curiosidad sea el pilar fundamental de sus acciones e intereses futuros.*

*"El mar es todo. Cubre siete décimas partes del globo terrestre. Su respiración es pura y sana. Es un inmenso desierto, donde el hombre nunca está solo, porque él siente la vida revolviendo desde todos los lados"*

*- Julio Verne*

## RESUMEN

*Megaptera novaengliae* es reconocida mundialmente por llevar a cabo la migración mas larga reportada por ningún otro mamífero. El conocimiento de las rutas de migración, distribución y preferencia de hábitat dentro de su área de apareamiento y reproducción es clave para la conservación y el manejo de esta especie. Este estudio intenta proporcionar evidencia adicional sobre la influencia de factores demográficos en la distribución de ballenas jorobadas dentro de las costa de Ecuador para apoyar en el manejo de conservación de esta especie en el país.

El estudio se llevó a cabo desde la Reserva Marina Galera San Francisco, zarpando desde la comunidad de Quingue ( $0^{\circ}42'57.82''N - 80^{\circ}05'00.52''O$ ), ubicado en la provincia de Esmeraldas. Esta área se caracteriza por un estrechamiento de la plataforma continental, extendiéndose por alrededor de 12km. Se evaluaron varios parámetros poblacionales como, distribución, estructura grupal, tamaño grupal, tasa cruda de natalidad y comportamiento.

Los grupos de ballenas se repartieron en aguas de 0 a 1000m de profundidad, con la mayoría (69.2%) en aguas con profundidades de 50-200m. Adicionalmente, la distribución general de los grupos de ballenas fue agrupada dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco (valor índice NNA = 0,820 z-score = -2.656,  $p < 0.01$ ; y Ripley's K-Function). Los grupos sociales de parejas mostraron preferencia significativa de aguas de 10-50m de profundidad ( $p = 0.049$ , valor índice = 0,690). Además, se registró una alta abundancia relativa (3.37 ind/hora) en relación con otras áreas en Ecuador, y una tasa cruda de natalidad baja (0.029).

Se observó un total de 346 animales en 159 grupos, 41 individuos fueron identificados. Se reportó 39 individuos nuevos y 2 re-avistamientos tras analizar dos diferentes catálogos.

Palabras clave: Demografía, stock del Pacífico sudeste, parámetros poblacionales, foto-identificación, *Megaptera novaengliae*, Ecuador, Sudamérica.

## ABSTRACT

*Megaptera novaengliae* is widely known for undertaking the longest mammalian migration reported in the world. Knowledge of the migration routes, distribution and habitat preference within their breeding grounds is a key factor for conservation efforts of this species. This study attempts to provide additional evidence about the influence of demographic parameters on humpback whale distribution off the Ecuadorian coast to support the conservation management of this species in the country.

This study was undertaken in the Marine Reserve Galera San Francisco, setting sail off the community of Quingue (0°42'57.82"N – 80°05'00.52"O), located in Esmeraldas province. This area is characterized by a narrowing of the continental platform, which extends for around 12km. A series of population parameters were evaluated, such as, distribution, group structure, group size, crude birth rate and behavior.

The whale groups were distributed in depth of 0 to 1000m deep. Most of the groups (69.2%) found in depths from 50 to 200m. Additionally, the general distribution of whale groups was clustered within the Reserva Marina Galera San Francisco (NNA index = 0,820 z-score = -2.656,  $p < 0.01$ ;  $\gamma$  Ripley's K-Function). Groups of pairs showed a statistic significance of preference significant preference of waters with 10-50m depth ( $p = 0.049$ , index value = 0,690). Besides, relative abundance (3.37 ind/hour) in this area was higher in relation to other areas in Ecuador, but crude birth rate (0.029) was lower.

A total of 346 animals were observed in 159 groups, 41 individuals were identified. Thirty-nine new individuals and 2 re-sightings were reported after comparing two different catalogues.

Key words: Demography, Southeastern Pacific stock, population parameters, photo-identification, *Megaptera novaengliae*, Ecuador, South America.

## TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	10
2. Justificación.....	12
3. Objetivos.....	14
3.1. Objetivos generales.....	14
3.2. Objetivos específicos.....	14
4. Materiales y métodos.....	14
4.1. Materiales y métodos.....	14
4.2. Recolección de datos.....	15
4.3. Identificación de grupos sociales.....	16
4.4. Comportamiento.....	16
4.5. Foto-identificación.....	17
4.6. Análisis espaciales y estadísticos.....	17
5. Resultados.....	20
5.1. Distribución de grupos.....	20
5.2. Composición grupal.....	21
5.3. Abundancia temporal.....	21
5.4. Tamaño grupal y tasa cruda de natalidad.....	22
5.5. Comportamiento.....	22
5.6. Foto-identificación.....	23
6. Discusión.....	23
7. Conclusiones.....	29
8. Recomendaciones.....	30
9. Bibliografía.....	31
10. Tablas y figuras.....	35

**ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS**

Tablas.....	35
Tabla 1.....	35
Tabla 2.....	35
Tabla 3.....	36
Figuras.....	37
Figura 1.....	37
Figura 2.....	38
Figura 3.....	39
Figura 4.....	40
Figura 5.....	41
Figura 6.....	42
Figura 7.....	42
Figura 8.....	43
Figura 9.....	43
Figura 10.....	44

## 1. Introducción

Las ballenas jorobadas están ampliamente distribuidas en todas las cuencas oceánicas de mundo. Estas se distribuyen a lo largo de la plataforma continental y aguas pelágicas, pero también llevan a cabo las migraciones transoceánicas durante su ciclo de vida (Stone et al., 1988). Las ballenas jorobadas migran desde sus sitios de alimentación, localizados en aguas polares, hasta sus sitios de apareamiento y reproducción en aguas tropicales y subtropicales. En el hemisferio sur se reconocen 7 diferentes poblaciones, caracterizadas por sus rutas migratorias. En el caso de las ballenas del Stock G (IWC, 2006) del Pacífico sudeste, su migración anual empieza desde su área de alimentación en la península Antártica (Stevick et al., 2004) y el sur de Chile (Gibbons et al., 2003), y termina en sus sitios de apareamiento y reproducción en las regiones costeras de Perú, Ecuador (Félix y Haase, 2001b), Colombia (Flórez-González, 1991), Panamá y Costa Rica (Clarke, 1962). En la actualidad, la genética y foto-identificación indican que estas distintas agregaciones representan sub-poblaciones relativamente discretas, con fidelidad determinada matriarcalmente (Reilly et al., 2008).

Durante su migración, las ballenas jorobadas se distribuyen principalmente en ecosistemas de aguas poco profundas (Dawbin, 1996). Las ballenas jorobadas alrededor del mundo utilizan aguas cálidas, y poco profundas, generalmente menos de 50 metros de profundidad (Krutwa, 2005; Rasmussen, 2011), muchas veces cerca de islas o arrecifes de coral. La presencia de crías es típica en estas áreas, como también comportamientos asociados con el apareamiento, como grupos competitivos (Baker y Herman, 1984; Clapham et al., 1992) y la producción de canciones (Oña, 2013). Las áreas de apareamiento y reproducción son

generalmente sitios de baja productividad, por lo que las ballenas adultas no se alimentan durante toda la temporada.

Si bien, los sitios de reproducción del Pacífico sureste son ampliamente conocidos, los patrones de migración dentro de estas áreas permanecen inciertos (Castro y Merlen, 2007). La presencia y distribución de ballenas jorobadas alrededor del mundo se ha visto influenciada por factores sociales (Ersts y Rosenbaum, 2003), requerimientos biológicos (Craig y Herman, 2000), y parámetros ecológicos (Rasmussen et al., 2007). El uso de parámetros geográficos, oceanográficos y ambientales puede ayudar a explicar preferencias de hábitat y otros posibles parámetros ecológicos, como la profundidad. Algunos estudios realizados en Ecuador y otras áreas, indican que las parejas madre-cría comúnmente prefieren aguas de poca profundidad (hasta 20m) (Félix y Haase, 2001b; Martins et al., 2001), mientras que individuos solitarios, parejas y grupos competitivos han sido observados en aguas de 10 a 60m de profundidad (Félix y Haase, 2001b; Martins et al., 2001; Krutwa, 2005). Las áreas de reproducción y apareamiento de ballenas jorobadas en aguas tropicales han sido identificadas como regiones cercanas a la costa (Clapham et al., 1992), aunque en sitios de apareamiento en las costas del Pacífico de Centroamérica y Hawaii, se han observado comúnmente grupos con crías en aguas hasta de 200m de profundidad (Mobley y Herman, 1985; Rasmussen et al., 2011). Sin embargo, el conocimiento sobre el rango de distribución total es mínimo debido a que los esfuerzos de observación en muchas áreas lejanas de la costa es limitado.

Por otra parte, la distribución de las ballenas jorobadas dentro de toda el área de apareamiento y reproducción en Pacífico sudeste ha sido poco explorada. Gracias a las

variaciones naturales y patrones de coloración de las aletas caudales y dorsales de esta especie (Hammond et al., 1990), se han reportado re-avistamientos de individuos entre Colombia y Ecuador (Flórez-González et al., 1998) y entre Ecuador y Costa Rica (Clarke, 1962) mediante el uso de foto-identificación, pero la información sobre la distribución demográfica en distintas localidades es escasa. No obstante, el análisis de patrones de movimiento de ballenas jorobadas y la fidelidad al sitio a través de re-avistamientos han ayudado a los científicos a identificar áreas de reproducción y apareamiento relevantes dentro de la costa del Pacífico sudeste (Stevick et al., 2004). Además, el entendimiento de estos patrones de distribución demográfica podrían ayudar a determinar los parámetros ecológicos que guían a esta especie durante su migración y determinar zonas de mayor importancia para la especie con fines de conservación.

## **2. Justificación**

Scheidat et al. (2000) estimaron el tamaño de la población de ballenas jorobadas del Pacífico sudeste entre 144 y 405. Adicionalmente, Flórez (1991) y Ojeda y Hurtado (1992), determinaron una población de ballenas entre 170-450 y 127-645 respectivamente, mediante la utilización de modelos de captura-recaptura. Sin embargo, la estimación más actual de la población de ballenas jorobadas en el océano Pacífico sudeste fue calculada por Félix et al. (2011) en 5.456 individuos mediante el uso de la foto-identificación en sitios de apareamiento y reproducción y modelos ecológicos para poblaciones abiertas y cerradas. En la actualidad, la población actual de ballenas jorobadas en el hemisferio sur esta estimada en 50.000 individuos, basadas en los resultados de transectos circumpolares realizados en la Antártida (Branch, 2007).

Actualmente, *M. novaengliae* se encuentra clasificada bajo la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN) como preocupación menor debido a el éxito que han tenido sus poblaciones de recuperarse tras la caza indiscriminada de ballenas hasta los años 60's. Históricamente, en el hemisferio sur, la caza moderna de ballenas utilizando largas embarcaciones motorizadas y pistolas de arpones montadas en la proa empezó en 1904 y fue focalizada directamente hacia ballenas costeras. No fue hasta 1963 cuando la Comisión Internacional de Caza de Ballenas (IWC) prohibió esta actividad al ver una reducción dramática de sus poblaciones. Sin embargo, las ballenas jorobadas continuaron siendo perseguidas indiscriminadamente hasta 1974, donde se estima que para la época 208.000 individuos habían sido cazados en el hemisferio sur (Stevick et al., 2003), aunque existen países como Japón e Islandia que continúan sus actividades de caza de ballenas hasta la actualidad.

Para la conservación de la población de ballenas jorobadas (*Megaptera novaengliae*) del Pacífico sudeste es necesario evaluar y conocer los patrones de distribución que presentan durante su migración en aguas ecuatorianas. El Ecuador es una de las áreas de apareamiento y reproducción más conocidas en el Pacífico tropical sudeste. La Reserva Marina Galera San Francisco representa un área de estudio no explorada previamente, que proporciona un sitio único debido a su conformación geográfica, con una plataforma continental considerablemente menos extensa que en otros sitios de estudio (ver Scheidat et al., 2000; Félix y Haase, 2001b; Oña, 2013). Esto permite explorar una zona de apareamiento y reproducción distinta, para determinar el grado en el que las características demográficas del área influyen sobre a distribución de grupos sociales. Adicionalmente, datos sobre su ecología, comportamiento y asociaciones grupales proporcionan información muy

importante para determinar si la zona de la Reserva Marina Galera San Francisco constituye un sitio de alto interés para la población de ballenas jorobadas migrantes desde la Antártida.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. *Objetivos generales***

Establecer las características demográficas principales que determinan la distribución de grupos sociales de ballenas jorobadas migrantes del Pacífico tropical sudeste en una zona de angostamiento de la plataforma continental como es la Reserva Marina Galera San Francisco

#### **3.2. *Objetivos específicos***

- Determinar la distribución espacial de los distintos grupos sociales de ballenas en relación a profundidad del agua en una zona donde ocurre un angostamiento de la plataforma continental.
- Calcular indicadores ecológicos sobre la población de ballenas migrante para determinar diferencias con otros sitios del Ecuador y la necesidad de esfuerzos de conservación.

### **4. Materiales y métodos**

#### **4.1. *Área de estudio***

El estudio fue realizado en la provincia de Esmeraldas, dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco (RMGSF), desde la comunidad costera de Quingue (ver Figura 1). La RMGSF fue creada en octubre del 2008 y esta se localiza en la costa tropical del Ecuador, entre los límites de Punta Galera (0°49'13.16" N – 80°02'53.10" O) y Cabo San Francisco (0°38'53.56" N – 80°04'59.17" O). Esta región esta caracterizada por una alta convergencia de corrientes

inter-tropicales provenientes del norte y poseer una delgada plataforma continental que conecta los ecosistemas oceánicos profundos muy cercanamente a la costa. Se muestreo desde la costa hasta el contorno de profundidad de 200m, el cual se extiende por aproximadamente 12km por la plataforma continental. La profundidad dentro de la RSMGSF varía entre 0-800m (Denkinger et al., 2006). Los fondos son de laja y arenosos.

#### **4.2. Recolección de datos**

Durante la temporada del 2015, se realizaron 95 horas de esfuerzo desde la pequeña comunidad pesquera de Quingue ( $0^{\circ}42'57.82''$  N –  $80^{\circ}05'00.52''$  O), ubicada en el sur de la provincia de Esmeraldas, dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco. Desde el día 4 de junio hasta el 3 de agosto, se realizaron 30 salidas de avistamiento, cubriendo una superficie total de 321.55 km<sup>2</sup>. La plataforma de observación utilizada fue una lancha de fibra de vidrio con motor fuera de borda de 75 caballos de fuerza. La altura de observación para los avistamientos fue de 2 metros sobre el nivel del mar. Las salidas de avistamiento fueron organizadas al azar con el propósito de cubrir la mayor parte del área dentro de la RMGSF. Al ser parte de un programa de investigación en diferentes áreas, se realizaron acercamientos a los grupos de ballenas para tomar muestras de tejido epitelial, grabaciones acústicas y fotos de la aleta dorsal y caudal para foto-identificación.

Las salidas de avistamiento tuvieron una duración de 1-4 horas, dependiendo de las condiciones climáticas. Estas se realizaron generalmente a partir de las 9am hasta 1pm. Las interacciones con grupos de ballenas fueron clasificadas en dos diferentes categorías. Cualquier observación donde fue posible maniobrar cerca de las ballenas para obtener datos sociales, genéticos y fotográficos a una distancia mínima de 300m por un período mayor a 5

minutos fue considerado como un encuentro, caso contrario se lo consideró simplemente como un avistamiento, donde se registró la distancia estimada y dirección magnética al grupo desde nuestra posición geográfica. Todos los encuentros y avistamientos fueron realizados a simple vista mediante el escaneo continuo de 3 observadores cubriendo un campo visual de 360°. Para cada evento se registró la fecha, tiempo, posición espacial, composición del grupo, comportamiento del grupo, estado del mar de Douglas, estado del mar de Beaufort y cobertura de nubes.

#### **4.3. Identificación de grupos sociales**

Se identificó los grupos sociales basados en comportamientos típicos y obvios, tales como tiempo para emerger a la superficie, tiempo entre respiraciones, observación de comportamientos agresivos (soplo de burbujas, embestidas o trompeteo) y comportamientos superficiales. Se puede observar una identificación detallada de grupos sociales en la Tabla 1.

El sexo de los animales no fue determinado en este estudio pero se hicieron suposiciones basadas en el comportamiento. Dentro de grupos competitivos, los animales envueltos en clara actividad agresiva fueron considerados como machos, mientras que el animal nuclear o más cercano a una cría se consideró como hembra (ver Clapham et al., 1992).

#### **4.4. Comportamiento**

Se registró el comportamiento de todos los grupos sociales encontrados. Estos se clasificaron dentro de las categorías de actividad superficial (SA), viajando (TR) y descanso (RS). Dentro de actividad superficial se encuentran comportamientos de aleteo (pectoral y

caudal), agresivos y saltos (ver Clapham et al., 1992). Adicionalmente se registraron eventos de afiliación y asociación según el cambio del tamaño grupal temporal de los encuentros.

#### **4.5. Foto-identificación**

Las fotografías fueron tomadas en cualquier ocasión que fuese posible utilizando una cámara Canon 60D con un lente Canon EF 75-300. En estas se buscó capturar el patrón único del lado ventral de las aletas caudales (Katona et al., 1979) para posteriormente ser analizadas y comparadas con los catálogos de foto-identificación de ballenas jorobadas del Proyecto CETACEA (n = 623) y de la Fundación Ecuatoriana para el estudio de Mamíferos Marino (FEMM) (n = 1.212). Si una ballena era considerada un nuevo individuo, se le asignó un nuevo número de individuo según el catálogo de CETACEA. En el caso de ser un re-avistamiento, se lo consideró como un evento de recaptura.

Todas las fotografías utilizadas fueron clasificadas según el sistema SPLASH (Structure of Populations Levels of Abundance and Status of Humpbacks) (Stevick et al., 2003; Calambokidis et al., 2008). El número total de individuos utilizados para el análisis fue 1.554 (87% del número total de individuos entre ambos catálogos), cubriendo 10 años de avistamientos.

#### **4.6. Análisis espaciales y estadísticos**

Para los análisis estadístico se utilizaron los puntos de datos geo-referenciados tanto de avistamientos como encuentros (N=159). Para determinar una preferencia de hábitat dada por el tamaño grupal se utilizó la prueba estadística de correlación de Pearson. Por otra

parte, se utilizó la prueba estadística no paramétrica de chi-cuadrado para determinar una relación entre la composición grupal y profundidad.

En cuanto a los análisis espaciales, se utilizó únicamente los grupos de ballenas dentro de la categoría de encuentros (acercamiento al grupo a menos de 300m por un tiempo mínimo de 5 minutos) (N=60). Datos de grupos competitivos con presencia de cría fueron combinados en una sola categoría de grupos con presencia de cría debido a limitaciones (tamaño de muestra pequeño). La posición geográfica fue ubicada en un mapa creado en ArcMap 10.3., junto con la batimetría del área de estudio.

Para determinar un estratificación y autocorrelación entre los grupos sociales basados en la batimetría del área de estudio se analizó la distribución de las ballenas jorobadas usando ESRI ArcMap 10.3. Se utilizó la hipótesis nula de que no existe una distribución agrupada entre todos los grupos sociales.

Se realizó un análisis de patrones de puntos (Ripley's K-Function) usando los valores geo-referenciados de la distribución de grupos sociales para establecer si esta era agrupada o dispersa dentro del área de estudio. Este método crea un círculo usando el radio de una distancia dada desde cada punto (punto de observación), y cuenta el número de observaciones dentro de este radio para obtener un promedio de observaciones por círculo (ver Johnston et al., 2001). El patrón de distribución de grupos sociales fue calculado en base a observaciones empíricas y distribución randómica según la siguiente ecuación:

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N k(i,j)}{\pi N(N-1)}}$$

Donde,

$d =$  distancia entre datos de puntos

$N =$  número total de puntos de datos

$A =$  área de estudio

$k(i,j) =$  factor de ponderación para corrección de efectos de borde

La distribución espacial acumulativa entre grupos sociales a lo largo del período de estudio en relación a la profundidad del agua fue evaluada usando un análisis de vecino más cercano (Nearest Neighbor Analysis). La base fundamental de NNA es medir la distancia entre cada punto de datos, y la ubicación de su vecino más cercano. Este índice es expresado como un radio de la distancia observada dividida por la distancia esperada (basada en una distribución aleatoria con el mismo número de puntos de datos) (ver Johnston et al., 2001). Este análisis fue llevado a cabo para evaluar si existía un patrón de distribución agrupada o dispersa entre los grupos sociales. NNA asume que todos los puntos medidos son independientes y pueden ser ubicados en cualquier lugar del área de estudio. La evaluación de autocorrelación para cada grupo social podría indicar la existencia o no de una preferencia basada en la profundidad del agua en el área de estudio. El índice de NNA ( $R$ ) fue calculado usando la siguiente ecuación (ver Oña, 2013):

$$R = \frac{\overline{NND}}{NNDR} \quad \text{y} \quad NNDR = \frac{1}{\sqrt{\frac{n}{A}}}$$

Donde,

$\overline{NND}$  = sumatoria de la distancia de todos vecinos más cercanos por n

$\overline{NNDR}$  = promedio de la distancia de vecinos más cercanos desde arreglo  
randómico

n = número total de puntos de datos

A = área total

## 5. Resultados

### 5.1. *Distribución de grupos sociales*

A lo largo del período de estudio, la distribución general de los grupos de ballenas fue agrupada dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco (valor índice NNA = 0,820 z-score = -2.656,  $p < 0.01$ ; y Ripley's K-Function) (Figura 2). Sin embargo, la distribución fue randómica para todos los grupos sociales, a excepción de los que estuvieron conformados por parejas, donde la distribución agrupada mostró una significancia estadística ( $p = 0.049$ , valor índice = 0,690) (Tabla 2 y Figura 3).

El número total de encuentros y avistamientos durante la temporada 2015 fue 159. Cinco (3.1%) de los grupos avistados fueron en aguas con profundidad menor a 10m, 29 (18.2%) en agua de 10 a 50m de profundidad, 110 (69.2%) en agua de 50-200m de profundidad y 15 (9.4%) en agua de más de 200m de profundidad (ver Figura 4). Un total de 10 avistamientos consistieron de grupos con presencia de cría y 149 de los avistamientos fueron grupos sin crías. El 20% de los grupos con crías y el 2% de los grupos sin crías fueron avistados en agua

con menos de 10m de profundidad. Otro 20% de los grupos con cría y el 17.4% de los grupos sin crías fueron observados en agua con 10-50m de profundidad. El 50% de los avistamientos con crías fueron en agua de 50-200m de profundidad y solo una cría fue registrada a profundidades mayores de 200m.

No hubo una correlación significativa entre el tamaño del grupo con la profundidad del agua,  $r(157)=0.06$ ,  $p=0.474$ . Por otro lado, se pudo determinar mediante el uso de una prueba de chi-cuadrado, que la relación entre la composición del grupo y profundidad es significativa,  $X^2(2, N=159) = 29,17$ ,  $p=0,046$ .

### **5.2. Composición grupal**

Entre el 4 de junio y 3 de agosto del 2015, 60 encuentros fueron analizados en cuanto a tamaño y composición grupal. Cada grupo avistado durante el estudio fue documentado en cuanto al número total de adultos, subadultos y crías presentes y luego eran asignados una categorización (ver. Castro y Merlen 2007). Las categorías fueron: animales solos (SOL), parejas madre-cría (PMC), parejas de animales sin cría (PAR), madre-cría-escolta (MCE), grupos de 3 o más animales sin cría (COM), grupo de 4 o más ballenas con cría (CCM) (ver Figura 5).

### **5.3. Abundancia temporal**

La abundancia relativa varió durante toda la temporada de muestreo, mostrando un incremento lineal a desde el mes de junio hasta agosto ( $R^2 = 0,946$ ) (ver Figura 6). Se mostró un incremento desde el comienzo del mes de junio (0.69 ballenas/h), hasta alcanzar su máximo valor durante la primera semana de agosto (10.12 ballenas/h).

#### **5.4. Tamaño grupal y tasa cruda de natalidad**

Las ballenas jorobadas se presentaron en grupos pequeños, la mayoría conformados por 3 o menos individuos (n=159, 71%), con 2.18 individuos el promedio del tamaño grupal (SD=1.27). El tamaño de los grupos estuvo en el rango de 1 a 7 ( $X=2.14$ , SD=1.27, n=159). Grupos conformados por 5 individuos o más fueron vistos solamente a partir del mes de julio. El tamaño de los grupos incrementó desde el mes de Junio y alcanzó un promedio máximo (3.5 individuos) durante el comienzo del mes de julio. También se registra un leve incremento a comienzos del mes de agosto (ver Figura 7).

El 56% de todas las crías observadas fue durante la segunda parte del mes de Julio y el 30% durante principios del mes de agosto (n=10), sin embargo la primera cría del año fue observada el día 5 de Julio. La tasa cruda de natalidad fue 0,029. Adicionalmente, se registró un total de 7 parejas madre-cría, 2 grupos de madre-cría-escolta y 1 grupo competitivo con cría.

#### **5.5. Comportamiento**

Se encontró la mayor actividad superficial durante el comienzo del mes de agosto (54%, n=28), aunque no se pudo determinar una diferencia significativa entre los otros meses (ver Figura 8). Adicionalmente, se registraron eventos de afiliación y disociación en el 7% y 5% de todos los encuentros respectivamente (n=59). El 75% de todos los eventos de disociación fueron observados en grupos de 3 ballenas adultas donde eventualmente una dejó el grupo, dejando el grupo con solo 2 individuos. Todos los eventos de afiliación fueron observados en grupos de más de 4 individuos.

### **5.6. Foto-identificación**

Durante la temporada 2015 se realizó un esfuerzo total de 95 horas en 30 viajes de avistamiento dando como resultado un total de 346 animales avistados, 41 individuos identificados (12% de todas las ballenas avistadas), 39 individuos nuevos y 2 re-avistamientos (5% de individuos identificados) encontrados con años anteriores (2006 y 2008) (Figura 9 y 10)

## **6. Discusión**

La distribución de grupos sociales fue asociada con el parámetro ambiental de profundidad del agua y se llevaron a cabo análisis espaciales para identificar patrones temporales de distribución y preferencias en esta área de reproducción y apareamiento fuera de la costa de Quingue, dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco. En este estudio, hubo una relación significativa entre la profundidad del agua y la composición de los grupos. Existe evidencia de que las parejas madre-cría o grupos con presencia de cría prefieren aguas menos profundas que los grupos que consisten solamente de animales adultos y subadultos (Félix y Haase, 2001a). Además, el 100% de las crías fueron encontradas en aguas con profundidades desde 0 hasta 200m, como se ha reportado en Hawaii durante la época de reproducción (Mobley y Herman, 1985). El uso preferencial de aguas poco profundas se ha relacionado con la reducción de ataques por partes de su principal depredador las orcas, *Orcinus orca* (Flórez-Gonzales et al., 1994). Sin embargo, solamente el 50% de crías observadas en este estudio estuvieron en aguas con menos de 50m de profundidad, mientras que este porcentaje sobrepasa el 80% en otros estudios (Krutwa, 2005; Martins et

al., 2001). Esta diferencia podría estar dada por la falta de datos durante los meses de agosto y septiembre, donde se ha reportado una mayor presencia de crías (Krutwa, 2005).

Los resultados de los análisis espaciales indicaron que existe soporte parcial para la segregación de grupos sociales, específicamente parejas. Este grupo social presentó una agrupación preferencial en aguas de 50 a 200m de profundidad, a diferencia de lo que se reporta afuera de la costa de Esmeraldas en los Bajos de Atacames (20-30m) (Oña, 2013). Por otro lado, la distribución de individuos solitarios, grupos con cría y grupos competitivos no mostraron un patrón claro de distribución dentro del área de estudio. Esta falta de preferencia de hábitat en relación a la profundidad del agua puede ser explicada por el estatus reproductivo y comportamental de las ballenas presentado en áreas de reproducción y apareamiento (Craig y Herman, 2000). Machos pertenecientes a grupos competitivos están en constante esfuerzo reproductivo por acceder a una hembra (Mobley y Herman, 1985), por lo que es improbable que se enfoquen en su ubicación dentro del área. Sin embargo, los grupos competitivos fueron observados, en su mayoría, dentro de aguas con profundidades mayores a los 50m, donde podría ser más fácil la maniobrabilidad de las hembras y los comportamientos agresivos de los machos que en aguas menos profundas (Oña, 2013). Adicionalmente, el tamaño angosto de la plataforma continental en esta área podría ser motivo de competencia por sitios de menor profundidad, lo que resulta en una mayor proporción de grupos de ballenas distribuidos en aguas más profundas que lo observado en otras áreas de reproducción cercanas como Esmeraldas (Krutwa, 2005).

La mayoría de grupos de ballenas dentro de la RMGSF estuvieron compuestos por individuos solitarios (36.5%, n=159), lo que indica un amplio número de machos, ya que a estos se los

encuentra en mayor número viajando solitariamente. El 31.4% de los grupos estuvieron compuestos por 2 individuos, donde el 14% (n=50) consistió de parejas madre-cría. Castro y Merlen (2007) indicaron una prevalencia de grupos de 2 individuos del 55% en Galápagos, mientras que Castro (2007) indicó una prevalencia del mismo grupo de 77% en el Parque Nacional Machalilla. Las salidas de avistamiento fueron realizadas solamente hasta la mitad de la temporada de acuerdo a la migración de la población del hemisferio sur (agosto). Tomando en cuenta que madres y crías han sido observadas en mayores números durante finales del mes de agosto y septiembre, con o sin escoltas (Scheidat et al., 2000), esto puede explicar la baja frecuencia de grupos madre-cría-escolta registrados en este estudio.

Las ballenas jorobadas afuera de la costa de Quingue se encontraron generalmente en profundidades de menos de 200m. Estudios en otros sitios de reproducción confirman que las ballenas prefieren aguas costeras poco profundas de 0 hasta los 183 metros de profundidad (Herman y Antioja, 1977). La distribución de los grupos dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco no sigue un patrón claro pero presenta algunas diferencias con resultados reportados por otros autores. Alrededor de la Isla de la Plata, en el Parque Nacional Machalilla, Scheidat et al. (2000) encontraron 90% de las ballenas en aguas de menos de 60m de profundidad, mientras que Félix y Haase (2001a) reportaron una profundidad promedio de los avistamientos de 36-39m en la misma área. Adicionalmente, las observaciones desde Esmeraldas por Krutwa (2005) demostraron una distribución de ballenas jorobadas en aguas aún menos profundas (81% en profundidades de menos de 30m), donde solamente un 1% de los avistamientos sucedieron en aguas de más de 100m de profundidad. Por otra parte, en el caso de este estudio, se encontró una prevalencia del 9.4% de grupos de ballenas en aguas con profundidades mayores a 200m, que podría ser

explicada por la baja disponibilidad de áreas de menor profundidad debido al angostamiento de la plataforma continental.

El tamaño grupal promedio (2.18 individuos) calculado durante la temporada de este año resultó menor que registrado para otras zonas en Ecuador al sur del área de estudio como Puerto Cayo (2.33 individuos) (Scheidat et al., 2000) y los alrededores de la Isla de la Plata (3.03 individuos) (Félix y Haase, 2001a), pero mayor que en los bajos de Atacames (1.90 individuos) (Oña, 2013). El mayor incremento del tamaño grupal promedio se registró durante los principios del mes de julio, donde, adicionalmente se registró la menor cantidad de crías durante este año. La mayor presencia de crías fue registrada justo después de que el tamaño grupal disminuyera, al igual que reportaron Félix y Haase (2001a) en Puerto López. Estos datos podrían sugerir una relación entre la presencia de crías y el tamaño grupal promedio que podría ser explorada a mayor profundidad. Mas aún, se sabe que el período de lactancia dura alrededor de dos meses (Flórez et al., 1998), por lo que otro pico en la gráfica de tamaño grupal durante finales de septiembre o comienzos de octubre, podría ser explicado por una relación de la misma manera.

La abundancia relativa de ballenas jorobadas en el área de estudio muestra un patrón típico de las áreas de reproducción – incremento de la abundancia relativa después de la llegada de las ballenas en junio, un pico en abundancia relativa en los meses de julio y agosto, y un decrecimiento de la abundancia relativa en septiembre (Scheidat et al., 2000; Matilla et al., 1994). Por el contrario, si esta área fuese meramente una ruta de migración, se esperaría observar una distribución bimodal con mayores números de ballenas en los meses de junio y septiembre. Esto se ha observado en la costa oeste de Sudáfrica (Best et al., 1995) y

Brisbane en Australia, donde los picos de abundancia se encuentran durante la migración hacia el norte entre junio y julio, al igual que durante la migración hacia el sur de agosto a septiembre (Bryden et al., 1990).

Se puede concluir que la zona afuera de la costa de Quingue es de alta concurrencia de ballenas (3.64 ballenas/h) en comparación con otros lugares en Ecuador como Puerto Lopez (2.33 ballenas/h) (Félix y Haase, 2001a) o Esmeraldas (1.9 ballenas/h) (Krutwa, 2005). Esto se puede explicar por el ancho de la plataforma continental. Dentro de la RMGSF, el hábitat con profundidades de 0-200m se extiende alrededor de 11.6km, a diferencia de lugares donde la extensión de la plataforma llega a ser de dos (20km) (Félix y Haase, 2001b) tres (33km) (Scheidat et al., 2000) o hasta 5 veces más (60km) (Oña, 2013) que la de este estudio. Se sabe que los grupos de ballenas prefieren aguas poco profundas durante la época de reproducción (Krutwa, 2005), pero en esta zona, el área con profundidades menores a 200m es limitada. Por este motivo, se pudo observar una alta abundancia relativa en relación a otros sitios estudiados (e.j. Puerto López, Puerto Cayo, Bajo de Atacames).

La tasa de natalidad bruta calculada (0,029) coincide con la reportada para Puerto López (0.029), y es menor que la de Puerto Cayo (0.069) (Félix y Haase, 2001a; Scheidat et al., 2000). Félix y Haase (2001a) determinaron una tasa de natalidad bruta promedio de 0.039 pero significativamente diferente entre sus áreas de estudio (Esmeraldas y Manabí) ( $\chi^2=4.34$ ,  $P<0.05$ ). Estas variaciones entre tasas de diferentes localidades podría ser el indicador de áreas específicas donde existe una preferencia por parte de los animales para reproducirse, y de ser así, estas zonas podrían ser priorizadas al momento de realizar esfuerzos de conservación.

Sin embargo, si se la compara con las de otras poblaciones de ballenas jorobadas en el mundo, se observa que es menor que la en otros sitios de reproducción, como por ejemplo Brasil (0,099) (Rossi-Santos et al., 2008). No obstante, la ausencia de salidas de avistamiento después de la primera semana de agosto podría haber parcializado los resultados, debido a que agosto y septiembre son los meses donde se ha visto la mayor abundancia relativa de crías en zonas de reproducción en Ecuador (Krutwa, 2005), pudiendo subestimar la tasa de natalidad bruta de toda la temporada.

Se observaron 2 re-avistamientos (5% de individuos identificados) entre individuos durante la temporada 2015 en la playa de Quingue, Esmeraldas. Estos corresponden a ballenas vistas por última vez en los años 2006 y 2008 en la localidad de Salinas, alrededor de 500km al sur del área de estudio. Re-avistamientos entre estas localidades han sido reportados en múltiples ocasiones (ej. Félix et al., 2011, Gladeck, 2013). Sin embargo, el bajo índice de re-avistamientos en estudios de dinámica poblacional de cetáceos de año a año puede ser común en estudios de foto-identificación (Constantine et al., 2005). Los re-avistamientos encontrados este año son consistentes con la hipótesis de que las ballenas siguen una ruta migratoria marcada durante toda su vida o largos períodos de esta (en este caso 9 y 7 años respectivamente), mas no es concluyente sobre la residencia o tránsito de individuos en esta zona específica.

Finalmente, aunque no existe una estimación actual sobre el tamaño de la población migrante del Pacífico sudeste, los datos proporcionados en este estudio sugieren que existe una mayor abundancia relativa en la zona frente a la costa de Quingue, que en otros sitios estudiados en Ecuador (ej. Félix y Haase, 2001a; Scheidat et al., 2000). Esto hace de esta

área un sitio ideal para llevar a cabo esfuerzos de investigación, puesto que se puede muestrear una mayor proporción de la población en un área menor, efectivizando tiempo y recursos. Para terminar, quisiera mencionar la importancia de la RSMGF para la población de ballenas jorobadas del Pacífico sudeste al ser un área por donde su migración viene influenciada por la delgada plataforma continental.

## **7. Conclusiones**

Los patrones de distribución espacial demográficos e indicadores ecológicos analizados en este estudio sugieren que la baja disponibilidad de aguas someras (menores a 200m de profundidad) influencia en el comportamiento y distribución de las ballenas jorobadas en la zona de la Reserva Marina Galera San Francisco. Adicionalmente, el incremento de comportamientos reproductivos y la observación de crías, al igual que un incremento en la abundancia relativa a lo largo de la temporada y re-avistamientos de animales individuales en diferentes años, provee evidencia de que el área de la Reserva Marina Galera San Francisco conforma un área de apareamiento y reproducción para ballenas jorobadas del Pacífico sudeste. Sin embargo, falta información para determinar si esta área representa un área de apareamiento y reproducción distinta o más bien un hábitat preferido para ballenas jorobadas que usan un rango temporal en el Pacífico sudeste tropical. Una comparación de catálogos de foto-identificación de distintos sitios de investigación en el Pacífico sudeste es necesario para aumentar nuestro conocimiento y entendimiento de migraciones locales, cambio de hábitats y distribución en áreas reproductivas.

## 8. Recomendaciones

La llegada de ballenas jorobadas a aguas ecuatorianas representa una temporada importante para la industria turística del país, por lo que la continuación de estudios sobre su distribución, salud poblacional, dinámica poblacional y demografía son una herramienta clave para realizar esta actividad con un impacto mínimo en los animales.

El muestreo sistemático y continuo a lo largo de toda la temporada es necesario y de año a año en estudios posteriores es muy importante para determinar aspectos ecológicos como fidelidad al sitio, estimación poblacional y ocupación temporal del área. La colaboración entre autores para reducir el grado de incertidumbre de estimaciones poblacionales y el análisis de la distribución espacial de los grupos sociales, con áreas de muestreo más extensas podría proveer información específica sobre la influencia de los factores demográficos que determinan preferencias y uso de hábitat de la población de ballenas jorobadas del Pacífico sudeste. Finalmente, para próximos estudios, el muestreo en transectos lineales abarcando distintos estratos puede ayudar a tener una mejor idea de los hábitats preferenciales de las ballenas jorobadas, ya que por conveniencia, la mayor parte de estudios visuales realizados en Ecuador se llevan a cabo únicamente en aguas cercanas a la costa, por lo que su distribución en aguas más lejanas es incierta.

## 9. Bibliografía

- Baker, C. S., y Herman, L. M. (1984). Aggressive behavior between humpback whales (*Megaptera novaengliae*) wintering in Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology*, 62(10), 1922-1937.
- Best, P.B., Sekiguchi, K. Y Findaly, K.P. (1995). A suspended migration of humpback whales *Megaptera novaengliae* on the west coast of South Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 118 (1-3), 1-12.
- Bettridge, S., Baker, S., Barlow, J., Clapham, P., Ford, M., Gouveia, D., Mattila, D., Pace, R., Rosel, P., Silber, G. y Wade, P. (2015). *Status Review of the Humpback Whale (Megaptera novaengliae) under the endangered species act*. NOAA Technical Memorandum NMFS. Oregon, United States.
- Branch, T. A. (2007). Humpback whale abundante Routh of 60°S from three complete circumpolar sets of surveys. *Journal of Cetacean Research Management*. Edición especial 25, 12-17.
- Bryden, M., Kirkwook, G. y Slade, R. (1990). *Humpback whales, Area V. An increase in numbers off Australia's East coast*. 261-277.
- Calambokidis, J., Falcone, E., Quinn, T., Burdin, A., Clapham, P., Ford, J., Gabriele, C., LeDuc, R., Mattila, D., Rojas-Bracho, L., Straley, J., Taylor, B., Urbán, J., Weller, D., Witteveen, B., Yamaguchi, M., Bendlin, A., Camacho, D., Flynn, K., Havron, A., Huggins, J., Maloney, N., Barlow, J. y Wade, P. (2008). *SPLASH: Structure of Populations, Levels of Abundance and Status of Humpback Whales in the North Pacific*. Reporte final para contrato AB133F-03RP-00078 de U.S. Department of Commerce. Washington, United States.
- Castro, C., y Merlen, G. (2007). *Observations of humpback whales (Megaptera novaeangliae) in the Galapagos Islands, Ecuador*. Pacific Whale Foundation. Puerto López, Ecuador.
- Clapham, P. y Mayo, C. (1990). Reproduction of humpback whales (*Megaptera novaengliae*) observed in the Gulf of Main. *Journal of Cetacean Research Management*. Edición especial 12, 171-175.
- Clapham, P. (1993). Social organization of humpback whales on a North Atlantic feeding ground. *Symposium of the Zoological Society of London*, 66, 131-145.
- Clapham, P. (1996). The social and reproductive biology of Humpback Whales: an ecological perspective. *Mammal Review*, 26(1), 27-49.
- Clapham, P., Pasboll, P. J., Mattila, D. K., y Vasquez, O. (1992). Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in West Indies. *Behaviour*, 122, 182-194.

- Clarke, R. (1962). Whale observation and whale marking off the coast of Chile in 1958 and from Ecuador towards and beyond the Galápagos Islands in 1959. *Norsk Hvalfangsttid*, 51(7), 265-287.
- Craig, A., y Herman, L. (2000). Habitat preferences of female humpback whales *Megaptera novaengliae* in the Hawaiian Islands are associated with reproductive status. *Marine Ecology Progress Series*, 193, 209-216.
- Constantine, R., Russell, K., Gibbs, N., Chiderhouse, S. y Baker, S. (2005). *Photo-identification of humpback whales in New Zealand waters and their migratory connections to breeding grounds of Oceania*. University of Auckland. Auckland, New Zealand. 1-7.
- Darling, J., Nicklin, C. y Jones, M. (2006). Humpback whale songs: Do they organize males during the breeding season? *Behaviour*, 143(9), 1051-1101.
- Dawbin, W. H. (Eds). (1996). *Whales, Dolphins, and Porpoises* (ed. by K. S. Norris). Los Angeles, United States: University of California Press.
- Denkinger, J., Suárez, C., Franco, A., y Riebensahm, D. (2006). *Proyecto ESMEMAR 2006*. Informe final. Esmeraldas, Ecuador.
- Ersts, P. J., y Rosenbaum, H. C. (2003). Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaengliae*) on a wintering ground. *Journal of Zoology*, 260, 337-345.
- Félix, F., Castro, C., Laake, J., Haase, B., y Scheidat, M. (2011). Abundance and survival estimates of the southeastern Pacific humpback whale stock from 1991-2006 photo-identification surveys in Ecuador. *Journal of Cetacean Research Management*. Edición especial 3, 301-307.
- Félix, F., y Haase, B. (2001). The humpback whale off The Coast of Ecuador, population parameters and behavior. *Revista de biología marina y oceanografía*, 36(1), 61-74.
- Félix, F. y Haase, B. (2001). Towards an estimate of the Southeastern Pacific humpback whale stock. *Revista de biología marina y oceanografía*, 3(1), 55-58.
- Florez-Gonzales, L. (1991). Humpback Whales *Megaptera novaeangliae* in the Gorgona island, Colombian Pacific breeding waters: population and pod characteristics. *Memoirs of the Queensland Museum*, 30, 291-295.
- Flórez-González, L., Capella, A. y Rosenbaum, H. (1994). Attack of killer whales (*Orcinus orca*) on humpback whales (*Megaptera novaengliae*) on South American Pacific breeding groun. *The Society for Marine Mammology*, 10, 218-222.
- Florez-Gonzales, L., Capella, A. J., Haase, B., Bravo, G. A., Felix, F., Gerrodette, T. (1998) Changes in winter destinations and the northernmost record of southeastern pacific humpback whales. *The Society for Marine Mammology*, 14, 189-196.

- Gibbons, J., Capella, J. J., y Valladares, C. (2003). Rediscovery of a humpback whale, *Megaptera novaengliae*, feeding ground in the Straits of Magellan, Chile. *Journal of Cetacean Research Management*, 5(2), 203-208.
- Gladek, L. (2013). *Abundance and site fidelity of humpback whales (Megaptera novaengliae) population in Esmeraldas, Ecuador*. Disertación (M.S.), Universität zu Kiel, Kiel.
- Hammond, P. S., Mirzoch, S. A., Donovan, G. P. (1990). Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. *Reports of the International Whaling Commission*. Edición especial 12, 20-27.
- Herman, N., Peckham, H. y Clapham, P. (1997). Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: population and pod characteristics. *Scientific Reports of the Whales Research Institute*, 29, 59-85.
- Johnston, K., Ver Hoef, J. M., Krivoruchko, K., y Lucas N. (2001). *Using ArcGIS Geostatistical Analyst*. Manual de usuario de ESRI, Redlands.
- Katona SK, Baxter B, Brazier O, Kraus S, Perkins J, Whitehead H (1979) Identification of humpback whales by fluke photographs. In: Winn HE, Olla BL (eds) *The behavior of marine animals*. Vol 3, Cetacea. Plenum Press, New York, p 33-44
- Kaufman, G. D., Osmond, M., Ward, A. y Forestell, P. (1990). Photographic documentation of the migratory movement of a humpback whale (*Megaptera novaengliae*) between East Australia and Antarctic Area V. *Journal of Cetacean Reserach and Management*, Edición especial 12, 265-267.
- Krutwa, A. (2005). *Abundance, distribution and local migration of humpback whales (Megaptera novaengliae) off Ecuador*. Disertación (M.S.), Universität Rostock, Rostock.
- Martins, C. C., Morete, M. E., Engel, M. H., Freitas, a. C., Secchi, E. R., y Kinas, P. G. (2001). Aspects of habitat use patterns of humpback whales in the Abrolhos Bank, Brazil, breeding ground. *Memoirs of the Queensland Museum*, 47, 563-570.
- Mobley, J. Y Herman, L. (1985). Transience of social affiliation among humpback whales (*Megaptera novaengliae*) on the Hawaiian wintering grounds. *Canadian Journal of Zoology*, 63, 762-772.
- Ojeda, Z. y Hurtado, L. (1992). *Aspectos biológicos de la yubarta Megaptera novaengliae durante su ciclo reproductivo en la isla Gorgona, 1991*. Memorias de VII Seminario de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe de Ciencias del Mar. Santa Marta, Colombia, 697-708.
- Rasmussen, K., Calambokidis. J., y Steiger, G. H., (2011). Distribution and migratory destinations of humpback whales off the Pacific coast of Central America during the boreal Winters of 1996-2003. *Marine Mammal Science*, 28(3), 123-131.

- Rasmussen, K., Palacios, D. M., Calambokidis, J., Saborio, M. T., Rosa L. D., Secchi, E. R., Steiger, G. H., Allen, J. M., y Stone, G. S. (2007). Southern Hemisphere humpback whales wintering off Central America: insights from water temperature into the longest mammalian migration. *Biology Letters*, 3, 302-305.
- Reilly, S.B., Bannister, J.L., Best, P.B., Brown, M., Brownell Jr., R.L., Butterworth, D.S., Clapham, P.J., Cooke, J., Donovan, G.p., Urban, J. & Zerbini, A.N. (2008) *Megaptera novaeangliae*. Obtenido el 12 de february 2015 de <http://www.iucnredlist.org/details/13006/0>
- Rice, D. W. (1998). *Marine Mammals of the World*. Lawrence, KS: Society for Marine Mammology.
- Rossi-Santos, M., Neto, E., Baracho, C., Cipolotti, S., Marcovaldi, E. y Engel, M. (2008). Occurrence and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the north coast of the State of Bahia, Brazil, 2000-2006. *Journal of Marine Science*, 65, 667-673
- Scheidat, M., Castro, C., Denkinger, J., & Adelung, D. (2000). A breeding area for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Ecuador. *Journal of Cetacean Research and Management*, 2(3), 165–171.
- Stevick, P., Allen, J., Clapham, P., Friday, N., Katona, S., Larsen, F. y Hammond, P. (2003). North Atlantic humpback whale abundance and rate of increase four decades after protection from whaling. *Marine Ecology Progress Series*, 258, 263–273.
- Stevick, P., Aguayo, A., Allen, J., Ávila, I., Capella, J., Castro, C., Chater, K., Dalla Rosa, L., Engel, M. H., Félix, F., Flórez-González, L., Freitas, At., Haase, B., Llano, M., Lodi, L., Muñoz, E., Olavarria, C., Secchi, E., Scheidat, M. y Siciliano, S. (2004). Migrations of individually identified humpback whales between the Antarctic peninsula and South America. *Journal of Cetacean Research Management*, 6(2), 109-113.
- Stone, G., Flórez-González, L. y Katona, S. (1988). Whale migration record. *Polar Record*, 24, 15-20.
- Tyack P. L. (1981). Interactions between singing Hawaiian humpback whales and conspecifics nearby. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 8, 105-116.
- Tyack, P. L., y Whitehead, H. (1983). Male composition in large groups of wintering humpback whales. *Canadian Journal of Zoology*, 83, 132-154.
- Whitehead, H. (1983). Structure stability of humpback whale groups off Newfoundland. *Canadian Journal of Zoology*, 61,1391-1397.

## 10. Tablas y figuras

**Tabla #1. Definición de los grupos sociales de ballenas jorobadas encontrados en la Reserva Marina Galera San Francisco durante la temporada 2015.**

Tipo de grupo	Descripción	Referencias
Solitarios	Animales solitarios	Tyack and Whitehead, 1983
Parejas	Dos individuos con movimientos similares, tales como buceo sincronizado, velocidad y dirección de nado.	Clapham, 1993
Madre y cría	Individuo acompañado por una cría de menos de 8 metros de longitud	Whitehead 1983, Shceidat et al., 2000
Madre, cría y escolta	Individuo (usualmente macho) acompañando a una madre y cría	Baker y Heman, 1984
Grupo competitivo	Dos o más escoltas en claro comportamiento agonístico entre si, incluyendo embestidas agresivas y exageradas, expansión de garganta, contacto físico, producción de series de burbujas y comúnmete producción de heridas menores en presencia de una hembra con/sin cría.	Clapham, 1993; Tyack, 1981, Baker y Herman, 1984; Darling et al., 2006

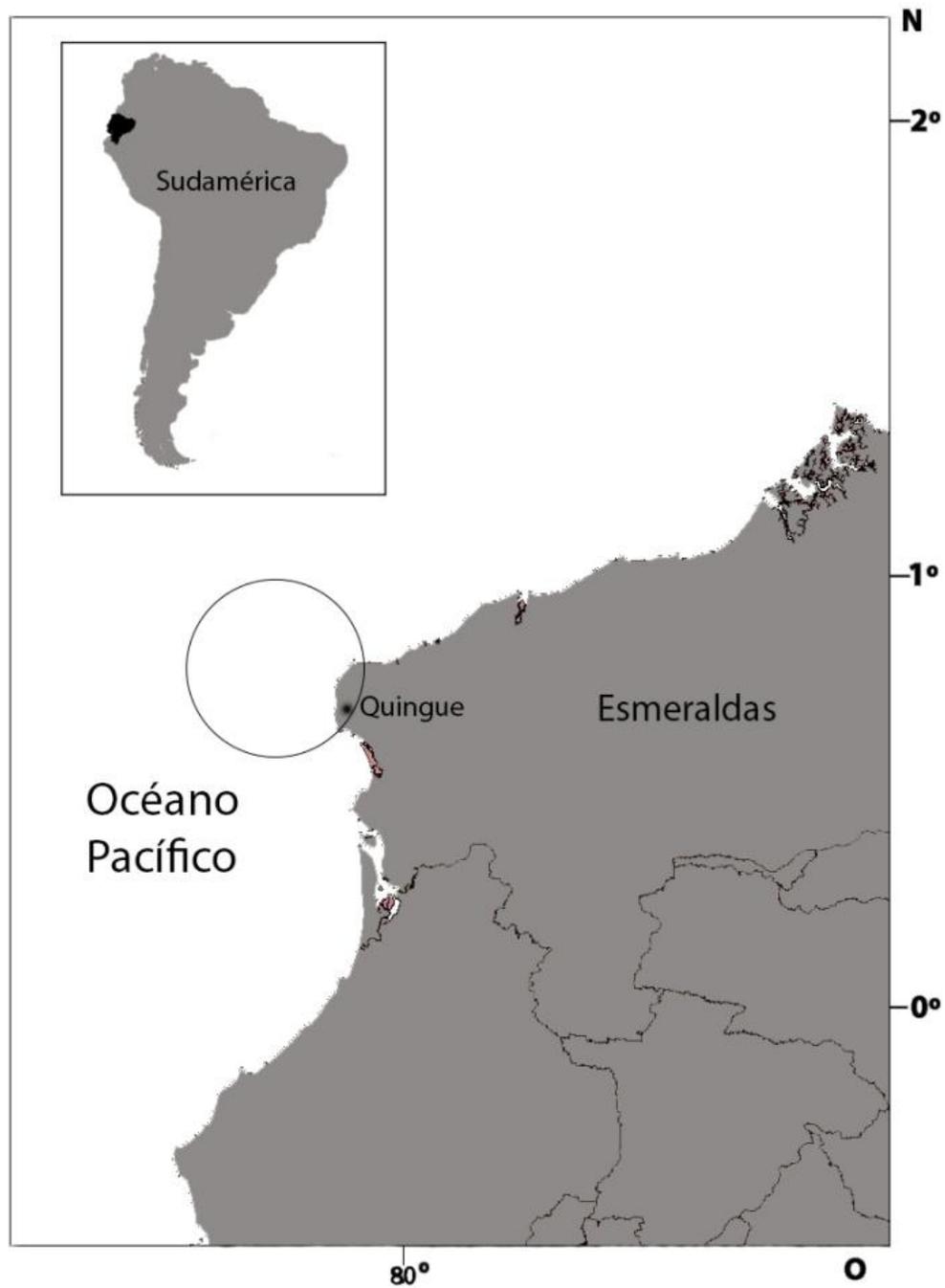
**Tabla #2. Resultado del análisis del vecino más cercano (Nearest Neighbor Analysis) de los grupos sociales de ballenas jorobadas en la Reserva Marina Galera San Francisco durante la temporada 2015.**

Grupos sociales	n	Dist. promedio observada (km)	Dist. promedio esperada (km)	z-score	Valor p	Valor índice	Patrón
Solitarios	5	3.635	4.006	-0.396	0.692	0.907	Randómico
Parejas	11	1.864	2.701	-1.964	<b>0.049</b>	0.690	Agrupado
Grupos con cría	8	2.716	3.167	-0.770	0.441	0.858	Randómico
Grupos competitivos	36	1.470	1.514	-0.326	0.744	0.971	Randómico

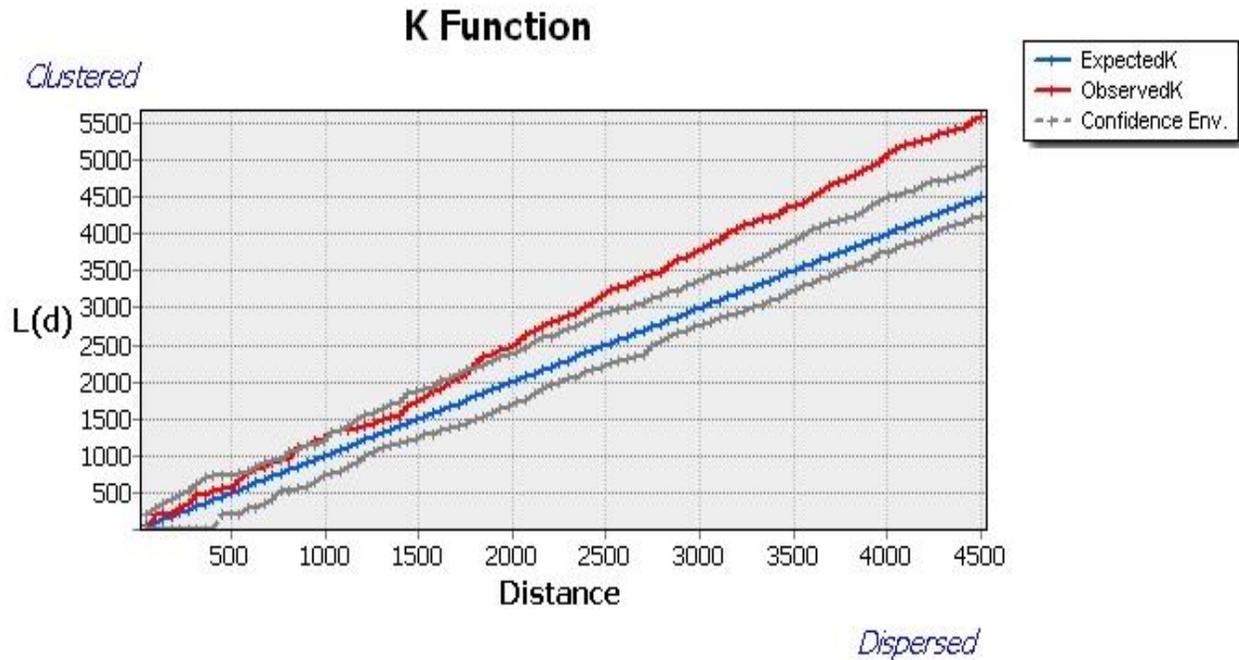
**Tabla #3. Abundancia relativa de ballenas jorobadas en distintos sitios de reproducción reportados en Ecuador y la extensión de la plataforma continental con profundidades menores a 200m de cada área de estudio.**

<b>Abundancia relativa (ballenas/h)</b>	<b>Lugar</b>	<b>Extensión plataforma continental (&lt;200m profundidad)</b>	<b>Autor</b>
2.33	Puerto López	22km	Félix y Haase, 2001b
1.9	Bajos de Atacames	52km	Krutwa, 2005
2.92	Puerto Cayo	33km	Scheidat et al., 2000
3.64	RMGSF	12km	Narváez, 2015

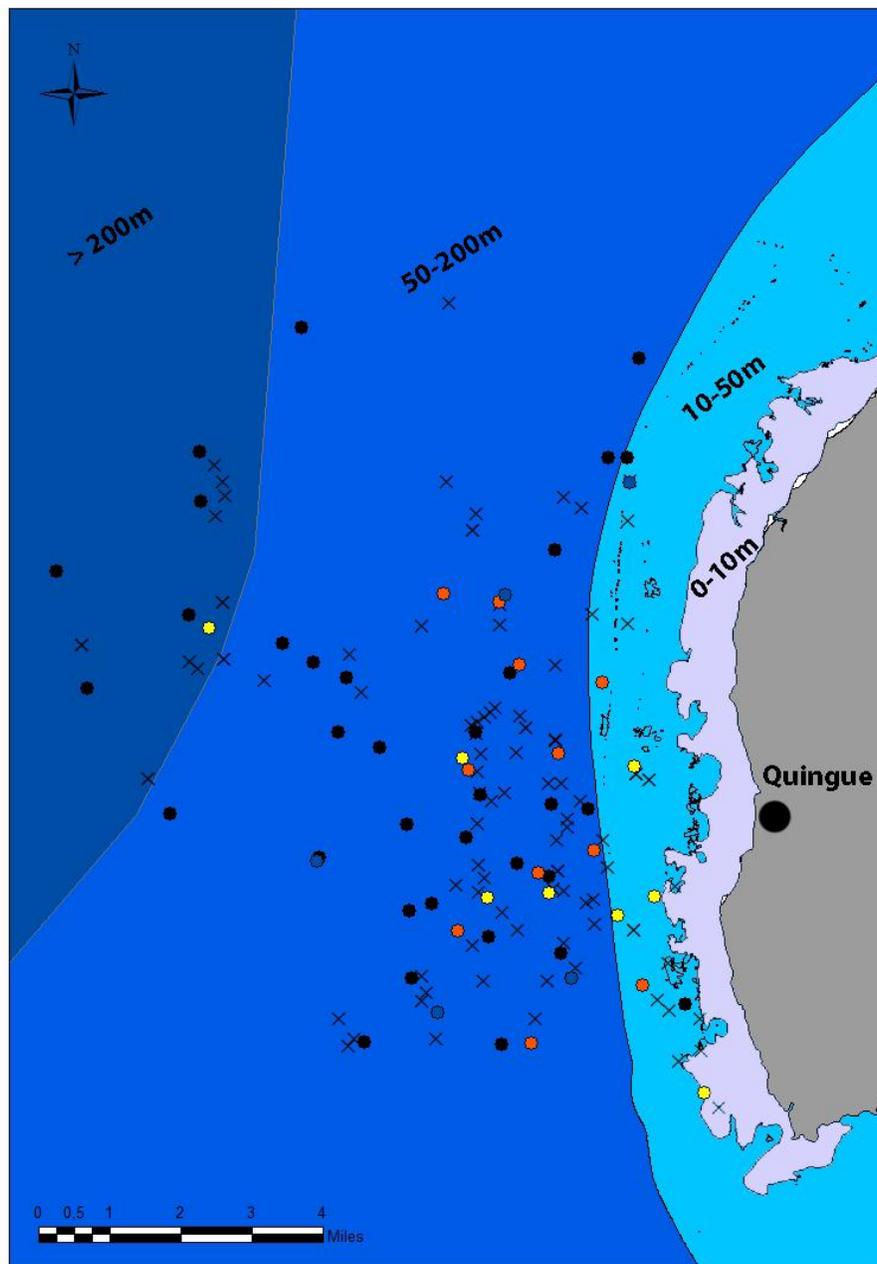
**Figura #1. Mapa de Ecuador, mostrando la localización del sitio de estudio: la Reserva Marina Galera San Francisco en Esmeraldas.**



**Figura #2. Análisis de patrones Ripley's K-Function de la distribución de todos los grupos de ballenas encontrados en la Reserva Marina Galera San Francisco durante la temporada 2015. La función-K observada es más alta que la esperada lo cuál indica un patrón agrupado.**



**Figura #3. Distribución de avistamientos (x) y grupos sociales: grupos competitivos (negro), grupos con presencia de cría (amarillo), grupos de parejas (rojo) e individuos solitarios (azul).**



**Figura #4. Distribución de grupos sociales en la RSMGF a diferentes profundidades durante la temporada 2015. COM: grupo competitivo, CCM: grupo competitivo con cría, MCE: grupo madre-cría-escolta, PAR: pareja, PMC: pareja madre-cría y SOL: individuo solitario.**

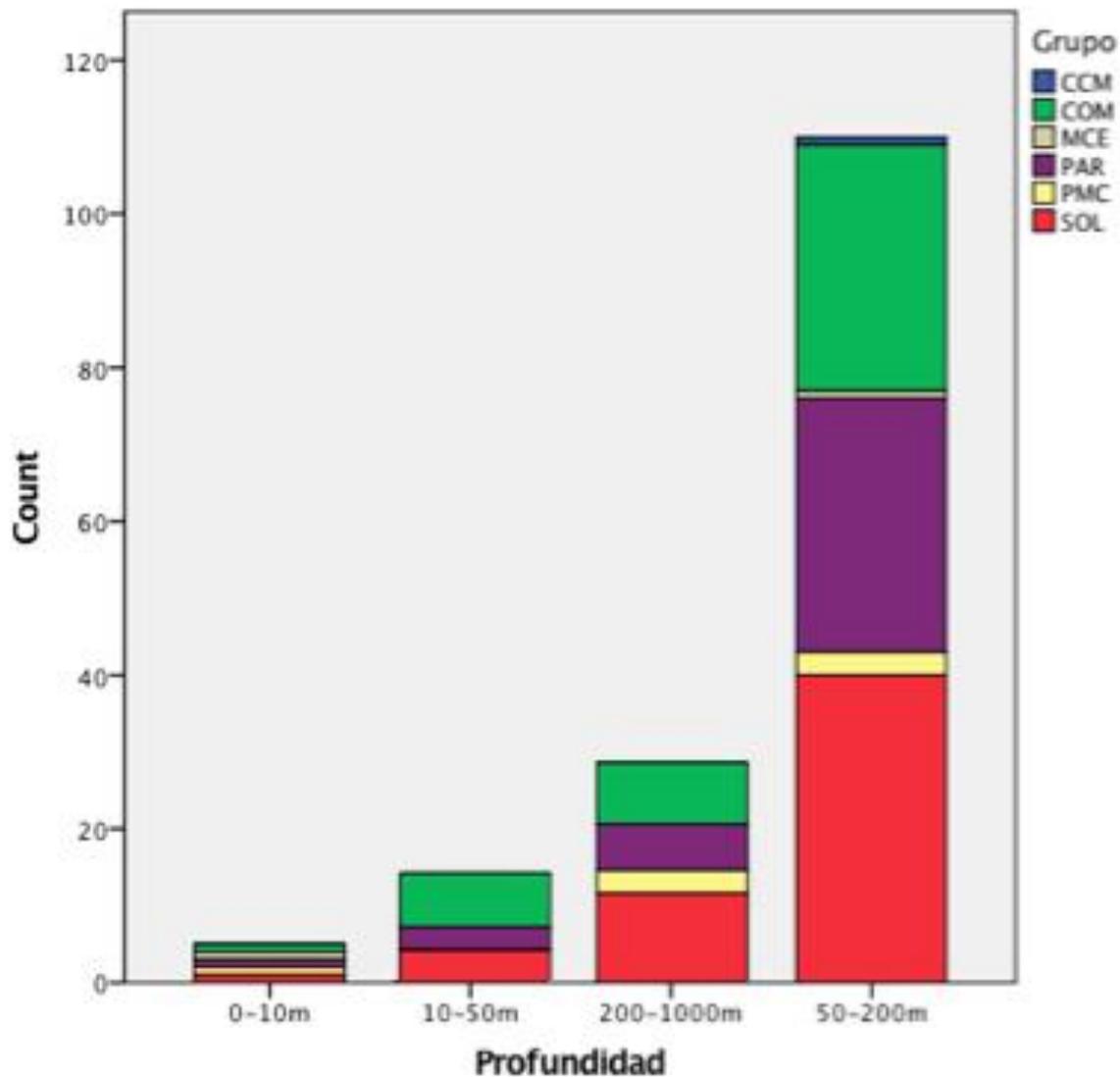
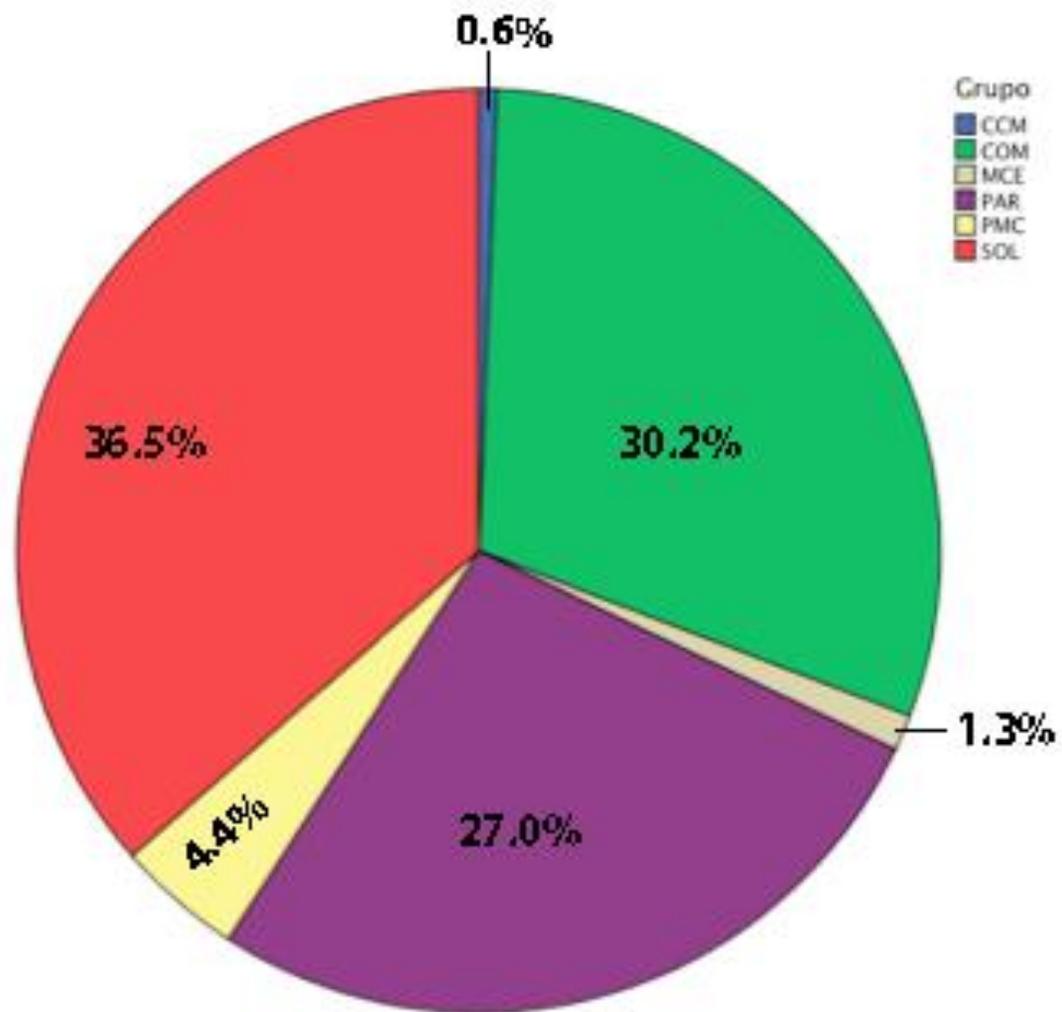
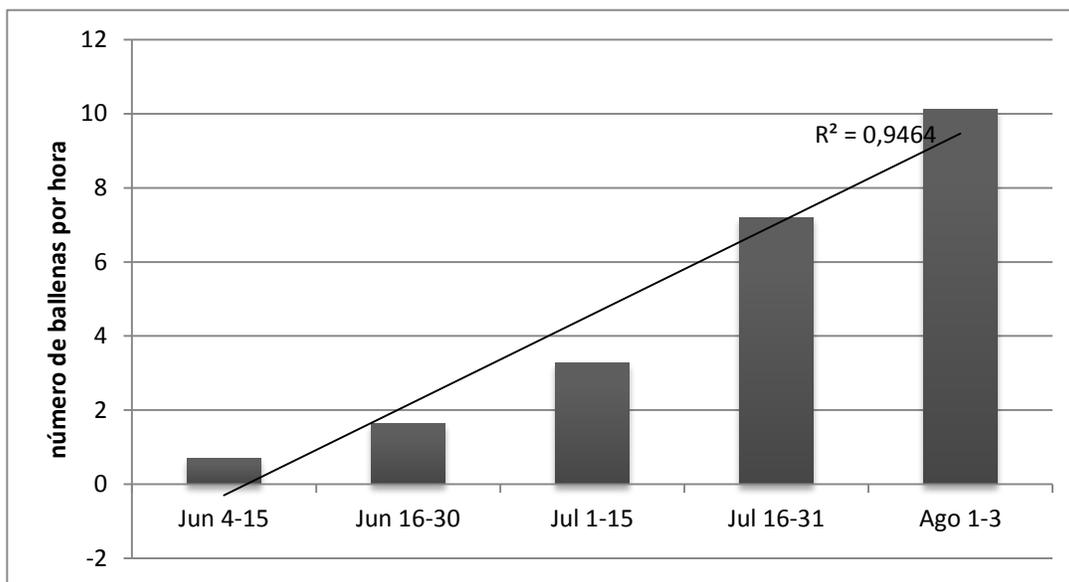
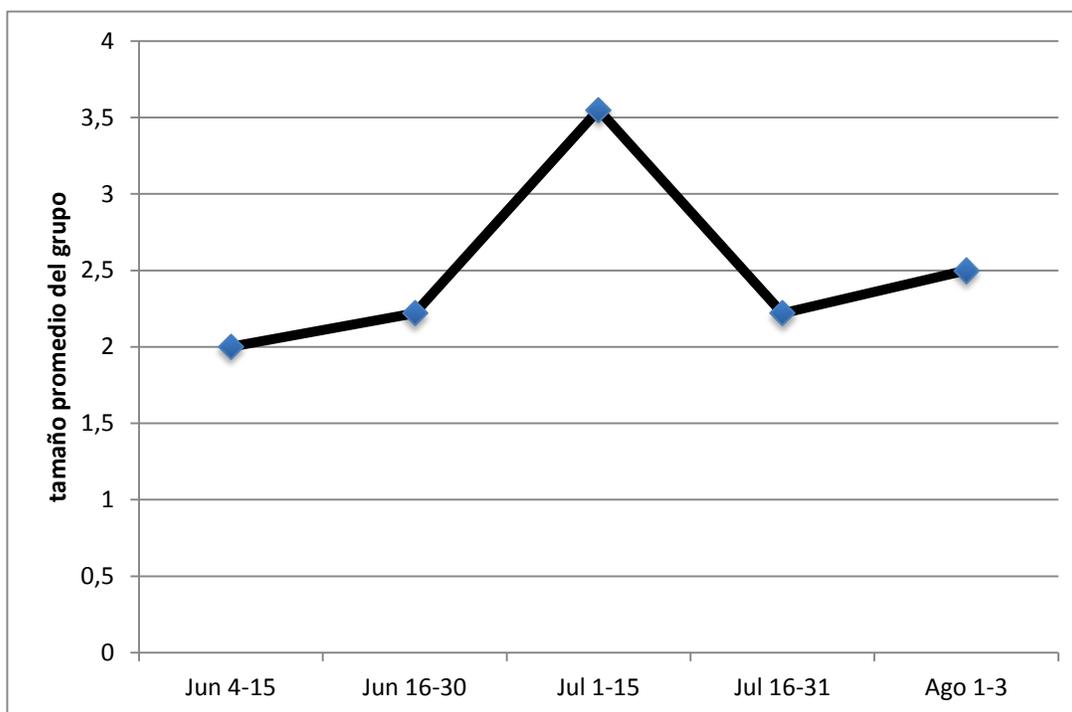
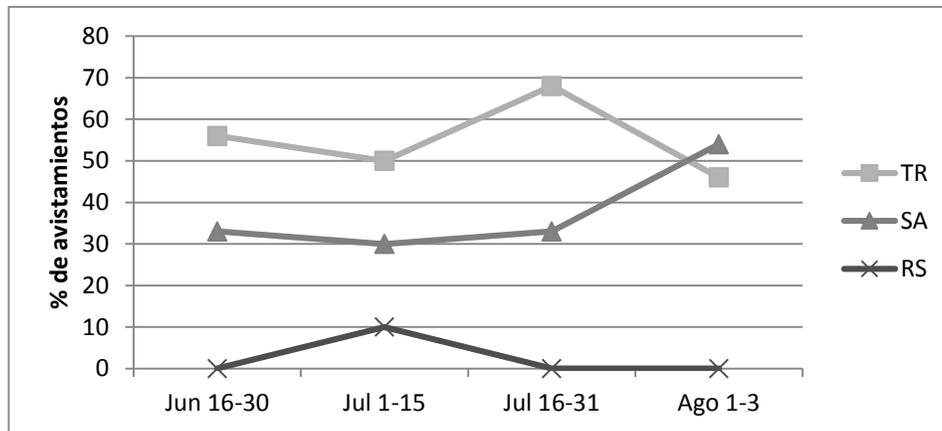


Figura #5. Composición grupal durante la temporada 2015

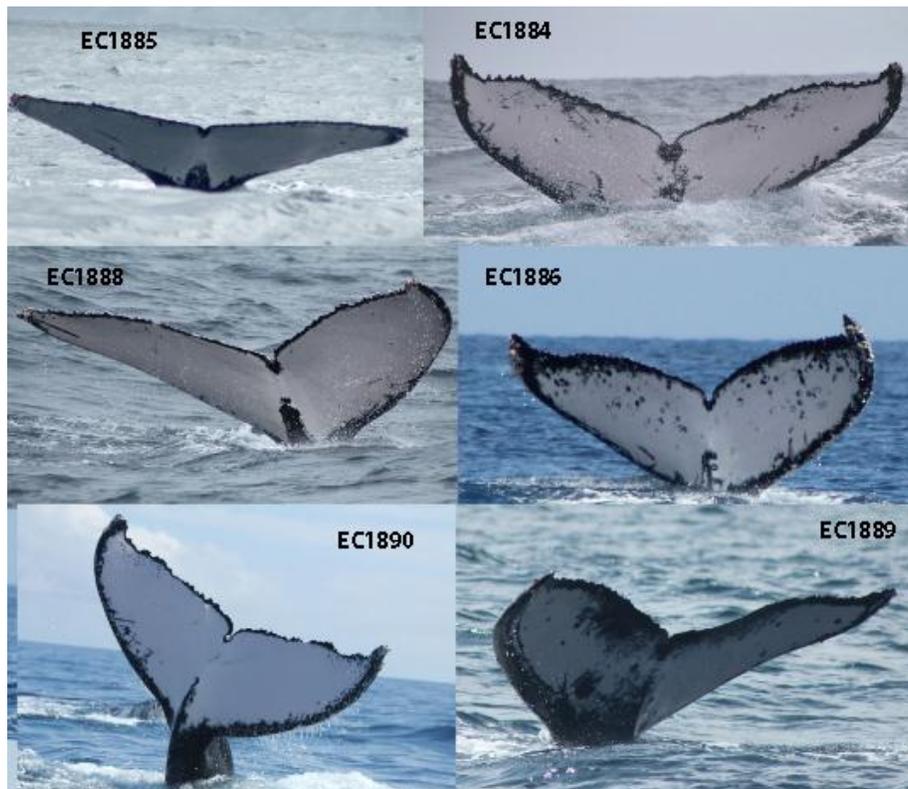


**Figura #6. Abundancia relativa a lo largo de la temporada 2015****Figura #7. Variación del tamaño promedio de los grupos de ballenas durante la temporada 2015**

**Figura #8. Variación del porcentaje de ballenas avistadas por comportamientos: TR (viaje), SA (actividad superficial) y RS (descanso) a lo largo de la temporada de muestreo**



**Figura #9. Ejemplos de nuevos individuos identificados en la RMGSF en la temporada 2015. Fotos por Martín Narváez**



**Figura #10. Ejemplo de re-avistamiento entre Ind. 1267 del catálogo de FEMM o EC1640 del catálogo de CETACEA (arriba) y uno de los 2 re-avistamientos del 2015 en la RMGSF. Fotos por Fernando Félix y Martín Narváez**

