

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales**

**Ballenas Jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la Costa  
de Esmeraldas, fidelidad de sitio, movimientos y  
parámetros poblacionales  
Proyecto de investigación**

**Giovanna Salomé Jácome Ruiz**

**Biología con concentración en Ecología Marina**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de Licenciada en Biología con concentración en  
Ecología Marina

Quito, 31 de julio de 2017

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

HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

**Ballenas Jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la Costa de Esmeraldas,  
fidelidad de sitio, movimientos y parámetros poblacionales**

**Giovanna Salomé Jácome Ruiz**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Judith Denkinger, Ph.D.

Firma del profesor

---

Quito, 31 de julio de 2017

## 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:

Giovanna Salomé Jácome Ruiz

Código:

00114075

Cédula de Identidad:

0503454639

Lugar y fecha:

Quito, julio de 2017

## **Agradecimientos**

A mi tutora Judith Denkinger por darme la oportunidad de trabajar con estos magníficos mamíferos marinos, además de su apoyo y paciencia durante todo el proceso. A Martín Narváez, Ana Paula Suárez, Isabel Silva, Andrew Moses, Emily Alice Gregory, Lucy Goodridge-Gaines, Heatha Quinn, Megan Grace por su valiosa colaboración en la temporada de muestreo. A la comunidad de Quingue y Caimito por la hospitalidad que me brindaron cada día y por el interés que demostraron en el proyecto. Finalmente, quiero agradecer a mis padres y hermana, por su amor incondicional.

## RESUMEN

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) es una especie cosmopolita que realiza migraciones anuales entre sus zonas de reproducción localizadas en los trópicos y sus zonas de alimentación que se encuentran en aguas polares. Las ballenas jorobadas tienden a mostrar una fidelidad de sitio a sus zonas de reproducción y alimentación en diferentes partes del mundo. Para un buen manejo de conservación es importante contar con información relacionada a la fidelidad de sitio para determinar la importancia de los ecosistemas en los procesos biológicos y ecológicos de estos individuos; por ende, proteger y conservar los lugares en los cuales se han observado los grupos de ballenas.

El estudio se llevó a cabo desde la Reserva Marina Galera San Francisco, ubicado en la provincia de Esmeraldas. Se realizó un trabajo de foto-identificación de aletas caudales y dorsales. Parte de los datos utilizados en este estudio (1996 a 2005) se obtuvieron de la zona costera de Manabí. Se logró identificar 903 individuos por su aleta caudal en la zona de Esmeraldas y Manabí y 234 individuos en la zona de Esmeraldas por su aleta dorsal.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: se obtuvo una tasa de retorno anual del 10% mediante el análisis de aletas caudales y del 14,6% mediante el análisis de aletas dorsales en la zona de Esmeraldas, mientras que en la zona costera de Manabí la tasa de retorno anual fue de 19,11%. La tasa ocupacional fue de 15,85 días en la zona de Esmeraldas y de 21,47 días en la zona costera de Manabí. En cuanto a la estimación del tamaño poblacional en la costa del Ecuador (Manabí y Esmeraldas) fue de 1008,2 individuos (95% CI 448-1308).

Los resultados obtenidos sugieren que la fidelidad de sitio en zonas de reproducción es baja. Por otro lado, la ocupancia obtenida en este estudio es mayor al registrado en otras zonas de reproducción. Se registró una media de 28,7 días en los que una ballena navegó desde Esmeraldas hasta Manabí, corroborando el hecho de que estos individuos presentan una alta movilidad entre zonas de reproducción.

Palabras clave:

Fidelidad de sitio, tasa ocupacional, estimación poblacional, población del Pacífico Sudeste, Ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, foto-identificación, Esmeraldas, Manabí, Ecuador.

## ABSTRACT

The humpback whale is a cosmopolitan species with annual migrations between tropic breeding grounds and polar feeding grounds. Humpback whales tend to be faithful to their sites of reproduction and feeding in different parts of the world. To establish efficient conservation plans, it is essential to gather information related to site fidelity. In doing this, it can be determined what importance certain ecosystems hold in relation to the biological and ecological processes of these individuals. Identifying the importance of these ecosystems will then assist in concentrating where conservation and protection efforts would be most effective.

The study took place in the Galera San Francisco Marine Reserve, located in the Esmeraldas province. A photo identification study of caudal and dorsal fins was carried out. Part of the data used in this study (1996 to 2005) was collected from the coastal zone of Manabí. A total of 903 individuals were identified by their caudal fin off Esmeraldas and Manabí. A total of 234 individuals were identified off Esmeraldas using natural marks of their dorsal fin.

In Esmeraldas, the annual return rate was 10 percent according to the analyses of caudal fins, and 14.6 percent according to the analyses of dorsal fins. Off the coast of Manabí the annual return rate was 19.11 percent. The average occupational rate off the coast of Esmeraldas was 15.85 days. Off the coast of Manabí, the average occupational rate was 21.57 days. The population estimate for the coast of Ecuador (Manabí and Esmeraldas), with the highest estimate being 1008.2 individuals (95 percent CI: 448-1308).

The obtained results suggest that the site fidelity in breeding grounds is low. On the other hand, the occupancy in this study is higher than in other breeding areas. A 28.7 day average was recorded for whales traveling from Esmeraldas to Manabí. This support that these individuals have a high mobility between breeding areas.

**Key words:** Site fidelity, occupational rate, abundance estimate, Southeast Pacific stock, Humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, photo-identification, Esmeraldas, Manabí, Ecuador.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
JUSTIFICACIÓN .....	12
OBJETIVOS.....	13
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos.....	14
MÉTODOS.....	14
Área de estudio.....	14
Recolección de datos.....	16
Foto - identificación.....	17
Análisis de datos.....	19
RESULTADOS.....	22
Fidelidad de Sitio en la zona costera de Esmeraldas.....	22
Fidelidad de sitio en la zona costera de Manabí.....	25
Movimientos entre zonas reproductivas.....	27
Estimación del tamaño poblacional.....	29
DISCUSIÓN.....	35
CONCLUSIONES .....	40
BIBLIOGRAFÍA .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Porcentaje de fidelidad de sitio en la zona costera de Esmeraldas (análisis de aletas caudales) para cada año de muestreo. ....	24
Tabla 2. Ocupancia máxima y media (en días) en la costa de Esmeraldas para cada año que se obtuvo datos de re-avistamiento dentro de una misma temporada. ....	25
Tabla 3. Porcentaje de fidelidad de sitio en la zona costera de Manabí para cada año de muestreo usando photo ID de aletas caudales. ....	26
Tabla 4. Ocupancia máxima y media (en días) en la costa de Manabí para cada año que se obtuvo datos de re-avistamiento dentro de una misma temporada. ....	26
Tabla 5. Individuos observados en la zona costera de Esmeraldas y Manabí en la misma época reproductiva y en diferentes años. Los nombres de cada individuo fueron asignados según el catálogo del Proyecto CETACEA. Donde 'ESM' hace referencia a la zona de Esmeraldas y 'PNM' a la zona de Manabí. Los números contiguos indican mes y día del avistamiento.....	28
Tabla 6. Tiempo (en días) utilizados por las ballenas jorobadas para navegar desde la costa de Esmeraldas hasta la costa de Manabí. ....	29
Tabla 7. Resumen de los datos de captura- recaptura en la zona costera de Esmeraldas y Manabí mediante el análisis de aletas caudales. ....	31
Tabla 8. Estimación del tamaño poblacional usando el método de Jolly Seber (1965), la probabilidad de supervivencia y CI (intervalos de confianza) para la población de la costa ecuatoriana (Manabí y Esmeraldas) mediante el análisis de aletas caudales.....	32
Tabla 9. Resumen de los datos de captura- recaptura en la zona costera de Esmeraldas mediante el análisis de aletas caudales.....	33
Tabla 10. Estimación del tamaño poblacional usando el método de Jolly Seber (1965), la probabilidad de supervivencia y CI (intervalos de confianza) para la población de la costa de Esmeraldas mediante el análisis de aletas caudales. ....	34



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de Ecuador mostrando las áreas de estudio: zona costera de Esmeraldas en el Norte y la zona costera de Manabí. Modificado de Félix et al, 2006.....	16
Figura 2. Ejemplo del individuo EC0406 avistado en Esmeraldas el año 2015 (foto izquierda por Martín Narváez) y re-avistado en el año 2016 (foto derecha por Giovanna Jácome).22	22
Figura 3. Ejemplo del individuo mnfin0136 avistado en Esmeraldas el año 2012 (foto izquierda por Judith Denkinger) y re-avistado en el año 2016 (foto derecha por Giovanna Jácome).....	22
Figura 4. Número de ballenas identificadas en la zona costera de Esmeraldas (análisis de aletas caudales) y re-avistamientos en cada año. ....	23
Figura 5. Número de ballenas identificadas en la zona costera de Esmeraldas (análisis de aletas dorsales) y re-avistamientos en cada año. ....	24
Figura 6. Individuo EC0608 avistado en Esmeraldas el 7 de julio (foto izquierda) y re-avistado el 31 de agosto del mismo año en Salinas (foto derecha). Fotos por Martín Narváez.....	29

## INTRODUCCIÓN

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) es una especie cosmopolita que realiza migraciones anuales entre sus zonas de reproducción localizadas en los trópicos (hasta los 23° de latitud) y sus zonas de alimentación que se encuentran en aguas polares (sobre los 40° de latitud) (Craig & Herman, 1997; Flórez-González et al, 2007).

Según La Comisión Internacional Ballenera (IWC), existen 8 diferentes poblaciones de ballenas jorobadas en el Hemisferio Sur representadas por las letras de la ‘A’ a la ‘G’, esta división incluye a la población del mar Arábico (stock X). La población del Pacífico Sudeste o Stock G, abarca a las ballenas jorobadas que inician su migración desde el área de alimentación en la península Antártica y el sur de Chile hacia las áreas de reproducción en las zonas costeras de Perú, Ecuador, Colombia, Panamá y Costa Rica (Flórez-González et al, 2007).

En costas ecuatorianas, las ballenas jorobadas aparecen en los meses de Mayo a Octubre, con picos de abundancia en Julio y Agosto. Con el nacimiento de las crías, a mediados de Agosto, las hembras empiezan a buscar zonas de poca profundidad y en Septiembre inician su regreso a las zonas de alimentación (Antártica) por lo que es posible observarlas cerca de la zona costera (Rojas et al, 2014).

Las ballenas jorobadas tienden a mostrar una fidelidad de sitio a sus zonas de reproducción y alimentación en diferentes partes del mundo. Según Seton et al (2002) la tasa de re-avistamiento (porcentaje de avistamientos anuales que fueron registrados en años anteriores) es mayor en áreas de alimentación que en áreas de reproducción. Esto se evidenció en catálogos de fotografías registradas en el Atlántico Norte, correspondiente a zonas de alimentación, que revelaron una tasa de re-avistamiento del 58% en el Golfo de

Maine y 42% en el Golfo de ST. Lawrence; en cambio, en República Dominicana y Puerto Rico, zonas de reproducción, fue del 10% y 5% (Seton et al, 2002).

Se considera que una de las principales razones por las cuales existe mayor fidelidad en zonas de alimentación es porque las ballenas jorobadas son dirigidas maternalmente (Craig & Herman, 1997). Por un lado, las hembras enseñan a sus crías las rutas migratorias durante su primer año de vida asegurando que los ballenatos puedan regresar a las áreas de alimentación por si solos (Baker & Perry, 1987). Por otro lado, el flujo migratorio de las ballenas jorobadas es dirigido por la sincronización de movimiento de hembras adultas según su estado reproductivo. Además, las hembras pueden maximizar su estadía en zonas de alimentación con el fin de cubrir de mejor manera los costos energéticos de la gestación y la lactancia aumentando su éxito reproductivo (Craig & Herman, 1997).

En varias poblaciones de ballenas jorobadas, los machos constituyen la mayoría de los animales migratorios, indicando que las hembras no migran cada año (Craig & Herman, 1997). Posiblemente, los individuos migrantes, utilizan diferentes rutas migratorias hacia zonas de reproducción, cambiando cada año su destino (Salden et al, 1999). Otro factor importante a considerar es que la concepción puede ocurrir a lo largo de la ruta migratoria o en zonas de alimentación, evitando que las hembras migren o completen su migración (Herman et al, 2010).

Una de las principales herramientas para obtener información sobre los movimientos y patrones sociales de las ballenas es la foto-identificación (Hammond et al, 1990). Las fotografías que se obtienen de los patrones únicos del envés de la cola de las ballenas jorobadas proporcionan un registro de los individuos, los cuales pueden ser comparados con otras fotografías y obtener historias individuales. Este método ha permitido que los investigadores puedan observar a los mismos individuos en diferentes

etapas de su ruta migratoria permitiendo un mejor conocimiento sobre los movimientos y la distribución de las ballenas jorobadas (Herman et al, 2010).

## **JUSTIFICACIÓN**

Las ballenas jorobadas, al igual que otros animales, tienen la tendencia a ocupar un área o regresar a la misma durante un período de tiempo, a esto se denomina fidelidad de sitio. La fidelidad de un animal a un sitio específico es primordial para muchos de sus procesos ecológicos y biológicos; por esta razón, la información que proporcionan los estudios de fidelidad de sitio, tanto para zonas reproductivas como de alimentación, ayuda al diseño de áreas marinas protegidas para la conservación de cetáceos (Wedekin et al. 2010).

Estos cetáceos mantienen cierta preferencia hacia los hábitats costeros a lo largo de su ruta migratoria. Se concentran en áreas definidas para su alimentación y reproducción, exponiéndose a varias actividades humanas como la pesca, expansión del desarrollo costero, maricultura, contaminación acústica, turismo, explotación de hidrocarburos, entre otros (Flórez-González et al, 2007). Esto provocó la disminución drástica de su población, e incluso extinciones locales como fue el caso de Georgia del Sur durante la época de caza de ballenas (Wedekin et al, 2010).

Se calcula que la población del stock G se deterioró rápidamente a inicios de la caza de ballenas en el año 1910 donde la población estimada de 10000 individuos decreció hasta unos pocos cientos a mediados de la década de 1920, principalmente por capturas en las islas Shetland del Sur (Reilly et al, 2008). Se estima que el tamaño poblacional del stock G aumentó a mediados de la década de 1960 con la prohibición de la caza de ballenas hasta su nivel actual de alrededor de 4000 individuos, muy por debajo del nivel previo a la época de

la caza de ballenas. Según investigaciones lideradas por la IWC se considera que la población mundial de ballenas jorobadas está todavía por debajo del 50% del nivel de 1940. (Reilly et al. 2008).

En Ecuador, la pesca y el turismo son actividades económicas muy importantes (Denkinger et al, 2006); la costa ecuatoriana es parte de la zona de crianza y reproducción de las ballenas jorobadas, en el Pacífico sudeste (Félix & Haase, 2001). La pesca artesanal, dirigida tanto a recursos demersales como grandes peces pelágicos, se limita a 40 millas de la costa sobre la plataforma continental; aguas que también son utilizadas por ballenas jorobadas en su época de reproducción y cría.

Conviene señalar que el reporte sobre ballenas jorobadas enredadas en trasmallos artesanales es causa de preocupación, ya que la evidencia apunta a que este problema está incrementándose. Las ballenas suelen enredarse en las redes que son dirigidas para grandes peces pelágicos como tiburones o atunes (Felix & Haase, 2005). Otro de los factores que influye en el comportamiento de las ballenas son los programas turísticos de avistamientos en las costas ecuatorianas (Felix & Haase, 2005). Se ha reportado que estos cetáceos cambian sus patrones de movimiento y actividad durante los encuentros con botes turísticos (Constantine et al, 2004; Felix & Haase, 2005).

Para un buen manejo de conservación es importante contar con información relacionada a la fidelidad de sitio para determinar la importancia de los ecosistemas en los procesos biológicos y ecológicos de estos individuos; por ende, proteger y conservar los lugares en los cuales se han observados los grupos de ballenas.

## **OBJETIVOS**

## **Objetivo general**

Analizar la fidelidad de sitio de las ballenas jorobadas del Pacífico Sudeste en la zona costera de Esmeraldas, Ecuador.

## **Objetivos específicos**

Analizar la fidelidad de sitio de las ballenas jorobadas del Pacífico Sudeste en la costa de Manabí.

Determinar la ocupación de las ballenas jorobadas en las costas de Esmeraldas y en el Parque Nacional Machalilla.

Analizar el intercambio entre áreas de reproducción.

Estimar el tamaño total de la población (costa de Esmeraldas y Manabí).

Estimar el tamaño poblacional en las costas de Esmeraldas.

# **MÉTODOS**

## **Área de estudio**

El estudio se realizó dentro de la Reserva Marina Galera San Francisco (RMGSF) localizada en la provincia de Esmeraldas (Figura1), entre los límites de Punta Galera ( $0^{\circ}49'13.16''$  N –  $80^{\circ}02'53.10''$  O) y Cabo San Francisco ( $0^{\circ}38'53.56''$  N –  $80^{\circ}04'59.17''$  O). En el año 2008, el Ministerio del Ambiente declaró a esta zona marina como una nueva área protegida.

La estructura del fondo del mar en esta zona protegida está compuesta por áreas de sustratos fuertes mezclados con fondos de arena y roca, paredes con rocas y fondos blandos con canales fangosos. En cuanto a la temperatura superficial, varía entre  $24^{\circ}$  a  $26^{\circ}$

C durante todo el año. Cabe mencionar que esta región se caracteriza por la influencia de varias corrientes inter-tropicales provenientes del norte que aportan a una mayor diversidad marina en esta zona protegida (Denkinger et al, 2006; Oña, 2013).

El área Galera-San Francisco se encuentra ubicada en el cantón de Muisne y comprende 3 Parroquias: Galera, Quingue y el Cabo. El muestreo empezó desde la zona costera de la Parroquia del Quingue hacia mar adentro, llegando a un contorno de profundidad de aproximadamente 200 m; la profundidad de la RMGSF puede llegar hasta los 800 m (Denkinger et al, 2006).

Cabe mencionar que parte de los datos pertenecientes a la zona de Esmeraldas utilizados en este estudio se obtuvieron de los Bajos de Atacames de los años 2000 a 2015 (esta zona no pertenece a la RMGSF).

Los datos de 1996 a 2005 utilizados en este estudio se obtuvieron del Parque Nacional Machalilla (PNM) que se ubica al suroeste de la provincia de Manabí, en los cantones de Jipijapa, Puerto López y Montecristi (Figura 1). Es conocido como una de las áreas protegidas más grandes en la costa ecuatoriana; se compone de 2 zonas: una marina (14.430 mn) y una terrestre (56.184 has).

La zona marina del PNM se caracteriza por tener un clima subtropical con dos subestaciones muy definidas. En los meses de Junio a Noviembre se da la estación seca y fría, en los meses de Diciembre y Abril se produce la estación caliente y lluviosa (Félix & Haase, 2001). La zona marina del PNM es de gran importancia ya que alberga a varias especies de coral permitiendo el desarrollo de muchas especies marinas, también es parte de las rutas de tránsito de varias especies migratorias como aves marinas, manta rayas, ballenas jorobadas y otros (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2007).

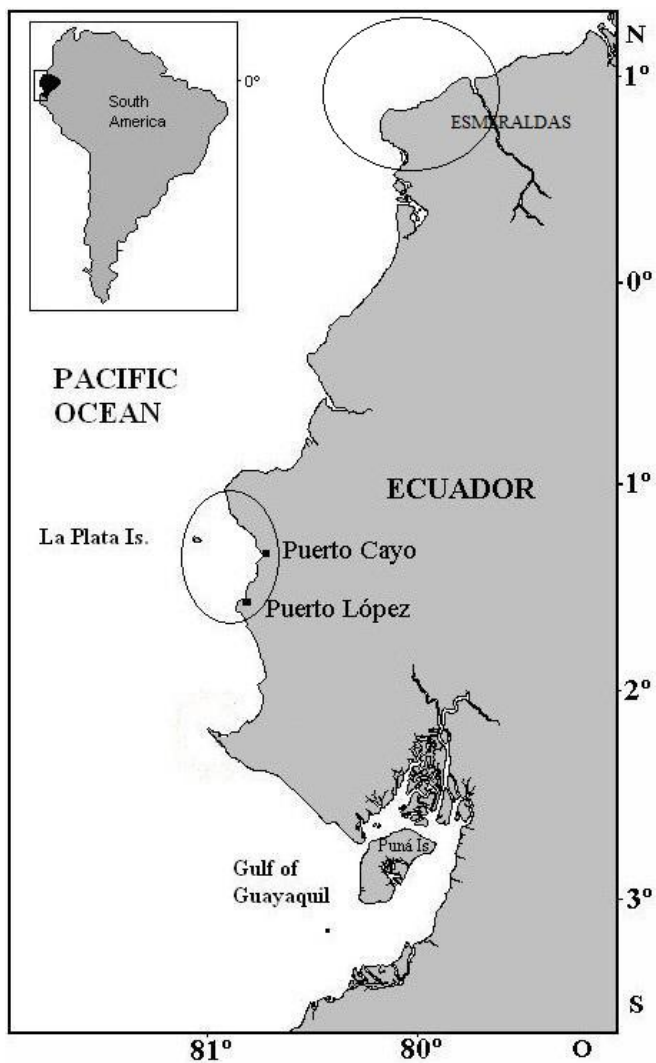


Figura 1. Mapa de Ecuador mostrando las áreas de estudio: zona costera de Esmeraldas en el Norte y la zona costera de Manabí. Modificado de Félix et al, 2006.

## Recolección de datos

Para el presente estudio se utilizaron datos que se tomaron entre los años de 1996 al 2005 del Parque Nacional Machalilla y desde el año 2000 al 2016 de Esmeraldas.

Durante la temporada 2016 se utilizó la Reserva Marina Galera San Francisco como plataforma de investigación. Las salidas de observación se realizaron desde el día 30 de Junio hasta el 11 de Agosto. En este período, se ejecutaron 98 horas de esfuerzo en 29 días



de trabajo de campo. Se utilizó una lancha fibra de vidrio con un motor de 75 caballos de fuerza como transporte para cada salida de observación. Cada salida fue realizada cuando el clima y las condiciones del mar eran favorables.

La planificación previa a cada salida se realizó a través del programa MapSource con el propósito de crear una guía para cada recorrido y así abarcar toda el área de la RMGSF y evitar la visita de una misma zona varias veces.

Las interacciones con los grupos de ballenas fueron clasificadas en encuentros y avistamientos. Se consideró un encuentro cuando se tenía la posibilidad de maniobrar cerca de las ballenas a una distancia máxima de 300 m por un período de tiempo mayor a 5 minutos; en el caso de que la distancia de observación exceda los 300 m de distancia fue considerado como un avistamiento. En cada encuentro se registró variables climáticas (estado del mar de Douglas, estado del mar de Beaufort, porcentaje de cobertura de nubes), el tiempo, fecha, posición espacial, comportamiento y composición del grupo de ballenas jorobadas. Durante el tiempo de muestreo, 3 observadores escaneaban la zona a 2 metros de altura sobre el nivel del mar en un campo visual de 360°.

Además del trabajo de foto-identificación de aletas caudales y dorsales, se efectuaron grabaciones acústicas cada 30 minutos para investigaciones sobre comportamiento acústico de ballenas jorobadas realizado por otros investigadores del Proyecto CETACEA.

### **Foto – identificación**

Se utilizó una cámara Canon EOS Rebel T5 con un lente Canon EF 75-30 para la toma de fotos de aletas caudales y dorsales de las ballenas jorobadas.

- Aletas caudales

Para este estudio, fueron utilizadas solo las fotografías donde se podía ver claramente la forma y los patrones de color de las aletas caudales. Los nuevos individuos identificados en la temporada 2016 se clasificaron de acuerdo a la proporción de blancos y negros de la parte ventral de la cola, desde el blanco total (definido como Patrón1) hasta el negro completo (Patrón 5) (Rosenbaum et al, 1995; Baracho-Neto et al, 2011).

Cada nueva fotografía fue comparada con imágenes anteriores pertenecientes a la misma categoría del patrón. En el caso de que una ballena fuese considerada como un nuevo individuo, se le asignó un nuevo número según el catálogo de CETACEA. Por otro lado, si fue reconocido como un re-avistamiento, se consideró como un evento de recaptura.

- Aletas dorsales

De igual manera, se seleccionaron las fotografías donde la forma de la aleta dorsal se podía observar claramente. Para el análisis de las aletas dorsales se utilizó el programa I<sup>3</sup>S Contour (Hartog & Reijns, 2011).

I<sup>3</sup>S Contour es una extensión de I3S System que utiliza el contorno de las aletas dorsales o caudales para su identificación. Inicialmente, se señala la parte relevante del contorno del individuo desconocido. El programa consta de un algoritmo de trazado semi-automático con el fin de encontrar el contorno óptimo entre los puntos seleccionados por el investigador. Luego, compara dicho algoritmo de la nueva imagen con todas las fotografías de la base de datos y muestra una lista con los resultados más parecidos (Hartog & Reijns, 2011).

En el caso de que una ballena fuese considerada como un nuevo individuo, se le asignó un nuevo número según el catálogo de dorsales del proyecto CETACEA. Por otro lado, si fue reconocido como un re-avistamiento, se consideró como un evento de recaptura.

## **Análisis de datos**

- Tasa ocupacional y fidelidad de sitio de las costas ecuatorianas.

El término ocupación se define como un período en días entre el primer avistamiento y el último de una ballena dentro de una temporada. En el presente estudio, no se asume que las ballenas estuvieron en el área de estudio durante todo el período entre el primero y último avistamiento ya que las ballenas jorobadas tienen la capacidad de desplazarse grandes distancias en cortos períodos de tiempo. Según Dawbin (1966) se estima que el desplazamiento migratorio promedio de una ballena en el hemisferio sur se realiza a una tasa de 15 grados de latitud por mes, lo que representa a una velocidad promedio de 2,3 km/h (Flórez-González et al, 2007). La tasa ocupacional se puede calcular siempre y cuando una ballena haya sido avistada mínimo dos veces en una sola temporada (Krutwa, 2005). Se utilizó el programa SPSS para obtener una estadística descriptiva (media y SD) de los datos de ocupación.

Como se mencionó anteriormente, la fidelidad de sitio es definida como la tendencia de un animal de ocupar un área o regresar a la misma previamente ocupada durante un período de tiempo (Wedekin et al, 2010). La fidelidad de sitio tanto para la zona costera de Esmeraldas como para toda la costa ecuatoriana (incluyendo datos de avistamientos en Manabí y Esmeraldas) fue calculada por el número de re-avistamientos en un año dividido por el número total de identificaciones en el mismo año.

- Tamaño poblacional (Esmeraldas y Manabí)

Para la estimación poblacional de una población abierta es necesario considerar varios factores como nacimientos, muertes, emigración e inmigración. El Método Jolly Seber es un método de captura-recaptura que se utiliza para estimar el tamaño de poblaciones

abiertas como es el caso de la población de ballenas jorobadas del Stock G (Badii et al, 2012).

Los individuos pueden ser marcados con etiquetas o cualquier marca específica del individuo; en este estudio se utilizó la foto-identificación de las aletas caudales como forma de marcaje al individuo, ya que el patrón de colores (blanco- negro) y la forma del envés de la cola de las ballenas jorobadas es único en cada individuo (Herman et al, 2010; Hammond et al, 1990; Badii et al, 2012).

Por definición, todos los animales de la primera muestra serán individuos no marcados. Desde la segunda y todas las muestras posteriores la captura total se divide en dos grupos: individuos no marcados e individuos marcados. Es necesario tomar en cuenta que, en el caso de poblaciones grandes o muestreos menos intensivos, los individuos marcados pueden evadir ser recapturados durante uno o más períodos de muestreo (Badii et al, 2012).

El método de Jolly Seber presenta los siguientes supuestos:

1. Cada individuo (marcado o no marcado) tiene la misma probabilidad de ser capturado en la muestra  $t$
2. Cada individuo marcado tiene la misma probabilidad de sobrevivir hasta la siguiente muestra ( $t + 1$ )
3. Los individuos no pierden sus marcas
4. El tiempo de muestreo es insignificante en relación con los intervalos entre la muestra

La estimación del tamaño poblacional ( $N_t$ ) fue calculada utilizando la siguiente ecuación (Jolly, 1965):

$$N_t = M_t / \alpha_t$$

$$M_t = \{[(s_t+1)*Z_t] / (R_t+1)\} + m_t$$

$$\alpha_t = (m_t + 1)/(n_t + 1)$$

Y la probabilidad de supervivencia en el tiempo t hasta el tiempo t + 1:

$$\phi_t = M_{t+1}/[M_t + (s_t - m_t)]$$

Donde,

$M_t \rightarrow$  Tamaño estimado de la población marcada antes de la muestra en el tiempo t

$\alpha_t \rightarrow$  Proporción estimada de animales marcados

$R_t \rightarrow$  Número de individuos  $s_t$  liberados en la muestra t y capturados nuevamente en algún tiempo posterior

$Z_t \rightarrow$  Número de individuos marcados antes de la muestra t, no capturados en la muestra t, pero capturados en algún tiempo posterior a la muestra t

$m_t \rightarrow$  Número de animales marcados capturados en la muestra t

$u_t \rightarrow$  Número de animales no marcados capturados en la muestra t

$n_t \rightarrow$  Número total de animales capturados en la muestra t  $\rightarrow m_t + u_t$

$s_t \rightarrow$  número total de animales liberados después de la muestra t  $\rightarrow n_t -$  muertes accidentales o remoción

Cabe mencionar que la estimación del tamaño poblacional para la primera y última muestra no es posible, ya que  $Z_t$  (ningún individuo fue marcado antes de la primera muestra, y ningún individuo fue recapturado después de la última muestra) y  $R_t$  (no hay recapturas en la primera muestra, ni liberaciones en la última muestra) no están disponibles.

Para la estimación poblacional en la costa ecuatoriana se utilizaron datos de Esmeraldas y Manabí, mientras que, para el cálculo del tamaño poblacional en Esmeraldas, se usaron únicamente datos de la zona costera de Esmeraldas.

## RESULTADOS

### Fidelidad de Sitio en la zona costera de Esmeraldas

Durante la temporada 2016 se observó un total de 453 individuos, de los cuales se logró identificar 32 mediante el análisis de aletas caudales. Se obtuvo un re-avistamiento en el año 2015 (Figura 2).

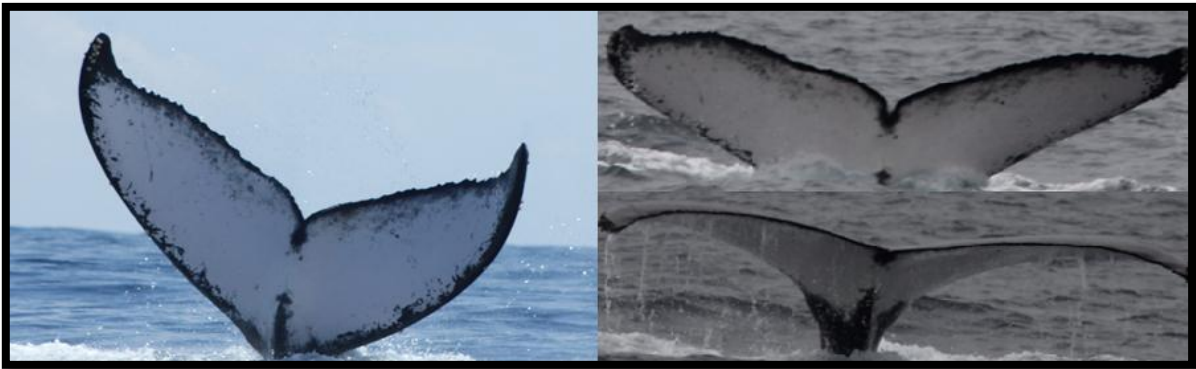


Figura 2. Ejemplo del individuo EC0406 avistado en Esmeraldas el año 2015 (foto izquierda por Martín Narváez) y re-avistado en el año 2016 (foto derecha por Giovanna Jácome).

Por otra parte, se identificaron 43 individuos mediante el análisis de aletas dorsales, de los cuales 7 fueron re-avistamientos en años anteriores (2001, 2002, 2006, 2012, 2015) (Figura 3).

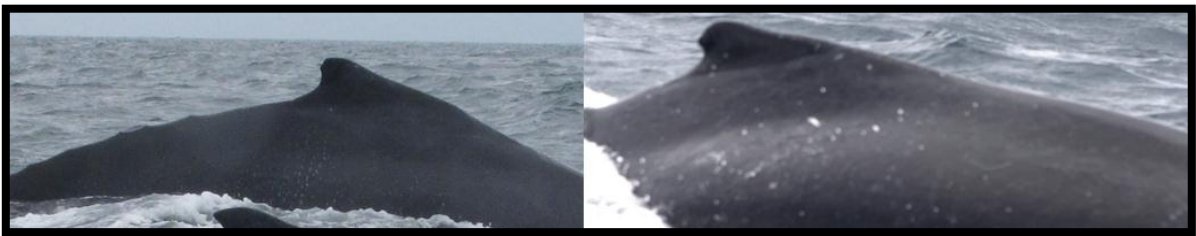


Figura 3. Ejemplo del individuo mnfin0136 avistado en Esmeraldas el año 2012 (foto izquierda por Judith Denkinger) y re-avistado en el año 2016 (foto derecha por Giovanna Jácome).

Mediante el análisis de las fotografías de aletas caudales (catálogo Proyecto CETACEA) obtenidas desde el año 2000 hasta el 2016, se logró identificar 372 individuos, de los cuales 339 (91,12%) individuos fueron avistados una sola vez y 33 (8,87%) fueron re-avistados en distintos años (Ver Figura 4).

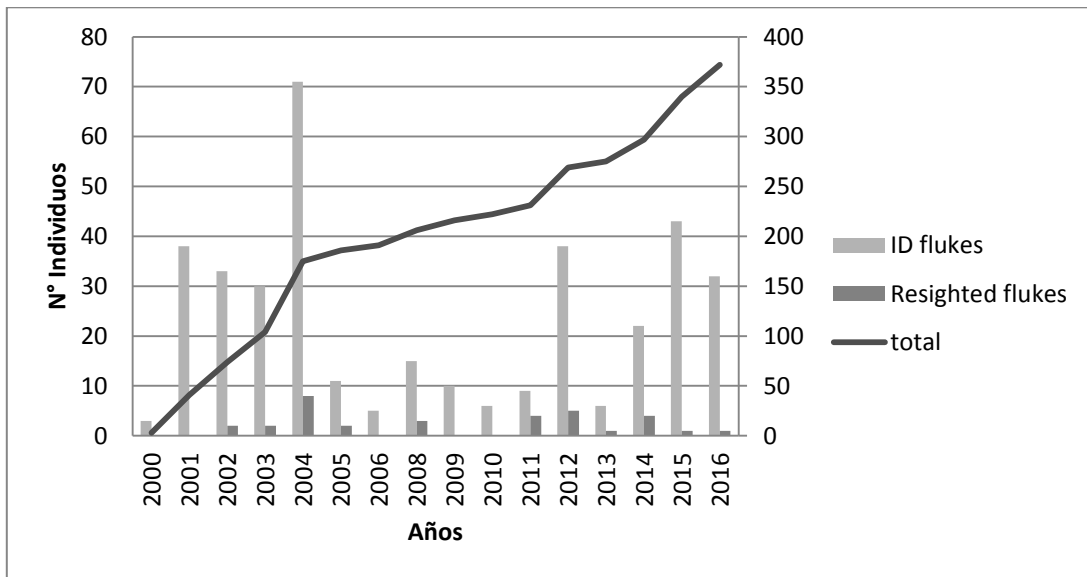


Figura 4. Número de ballenas identificadas en la zona costera de Esmeraldas (análisis de aletas caudales) y re-avistamientos en cada año.

Por otro lado, utilizando el programa I3S para el análisis de fotografías de aletas dorsales (catálogo Proyecto CETACEA), se logró identificar un total de 234 individuos desde el año 2000 hasta el 2016. La mayoría de las ballenas jorobadas identificadas (196 individuos, 76%) fueron avistadas una sola vez con solo 38 individuos (16,23%) re-avistados en distintos años (Ver Figura 5).

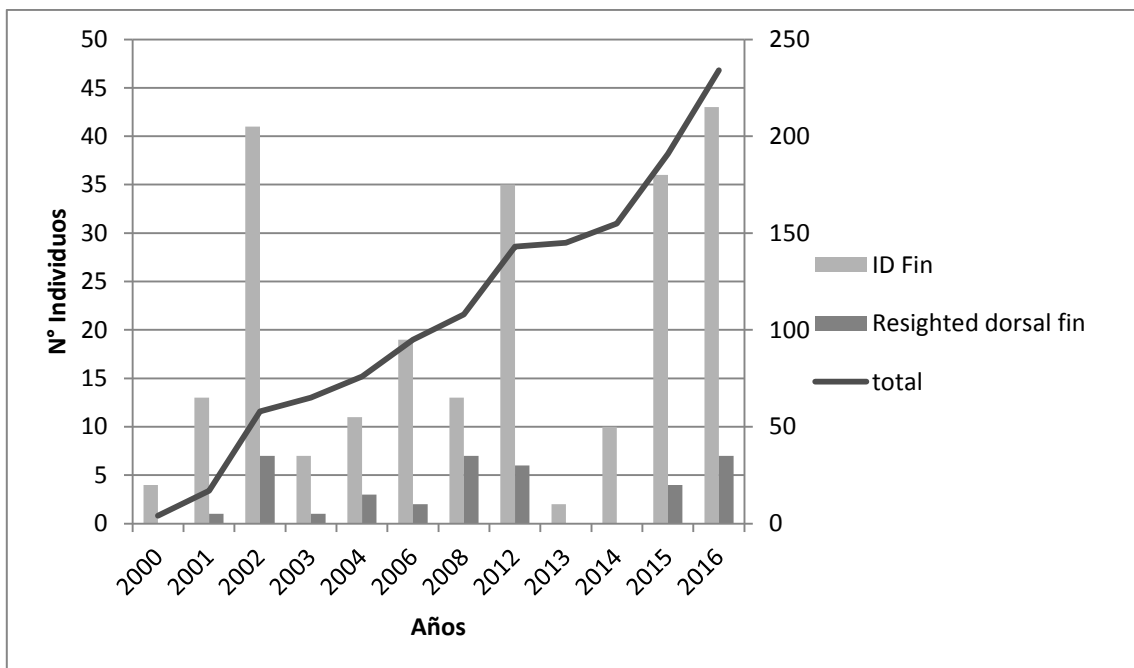


Figura 5. Número de ballenas identificadas en la zona costera de Esmeraldas (análisis de aletas dorsales) y re-avistamientos en cada año.

En cuanto al cálculo de la tasa de retorno anual, que indica fidelidad de sitio, se obtuvo una media del 10% mediante el análisis de aletas caudales y una media del 14, 60% analizando aletas dorsales entre los años 2000 y 2016 (Ver Tabla 1). Como se puede observar en la Tabla 1 existen grandes variaciones entre años. Por una parte, en el análisis de las aletas caudales, se obtuvieron valores del 0% de fidelidad de sitio en los años 2001, 2006, 2009 y 2010 y del 44% en el año 2011. Mientras que analizando las aletas dorsales, los valores en los años 2013 y 2014 fueron del 0% y en el año 2008 del 53,8%.

Tabla 1. Porcentaje de fidelidad de sitio en la zona costera de Esmeraldas (análisis de aletas caudales) para cada año de muestreo.

Años	% Fidelidad	% Fidelidad
	Análisis aletas dorsales Esmeraldas	Análisis aletas caudales Esmeraldas
2000	0%	0%
2001	7,7%	0%
2002	17,1%	6,1%
2003	14,3%	6,7%
2004	27,3%	11,3%



2005	-	18,2%
2006	10,5%	0%
2008	53,8%	20%
2009	-	0%
2010	-	0%
2011	-	44,4%
2012	17,1%	13,2%
2013	0%	16,7%
2014	0%	18,2%
2015	11,1%	2,3%
2016	16,3%	3,1%
<b>MEDIA</b>	<b>14,60%</b>	<b>10%</b>

Para el cálculo de la tasa ocupacional en Esmeraldas se tomaron en cuenta todos los re-avistamientos en una misma temporada. Esta condición se cumplió en los años 2001, 2002, 2003, 2004, 2011, 2013, 2014 y 2015. Los re-avistamientos muestran un valor medio de 15,93 días (n =22), con un máximo de 66 días en el año 2002 (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Ocupancia máxima y media (en días) en la costa de Esmeraldas para cada año que se obtuvo datos de re-avistamiento dentro de una misma temporada.

<b>Esmeraldas</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2011</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
<b>Máximo</b>	62	66	30	23	17	9	10	14
<b>Mínimo</b>	1	5	1	1	17	9	10	14
<b>Media</b>	23,2	33	11,67	9,60	17	9	10	14
<b>SD</b>	23,95	23,99	15,95	10,95	-	-	-	-

### **Fidelidad de sitio en la zona costera de Manabí**

Utilizando la base de datos del proyecto CETACEA, se analizaron las fotografías de las aletas caudales recolectadas desde el año 1996 hasta el 2005. Se logró identificar 526 individuos en la zona costera de Manabí y Esmeraldas, de los cuales 398 (75,6%) fueron avistados una sola vez y 128 (24,3%) fueron re-avistados en años diferentes. La tasa de retorno anual en la zona costera de Manabí entre los años 1996 y 2005 varió cada año; se

obtuvo una media de 19,11% con un valor máximo de 32,79% en el año 2003 y un valor mínimo de 0% en 1998 y 1999 (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de fidelidad de sitio en la zona costera de Manabí para cada año de muestreo usando photo ID de aletas caudales.

<b>Años</b>	<b>Individuos identificados</b>	<b>Individuos re-avistados</b>	<b>% Fidelidad Manabí</b>
1996	25	0	0%
1997	2	1	50%
1998	7	0	0%
1999	13	0	0%
2000	12	1	8,33%
2001	71	15	21,13%
2002	98	22	22,45%
2003	61	20	32,79%
2004	153	48	31,27%
2005	84	21	25%
<b>MEDIA</b>			<b>19,11%</b>

Para el cálculo de la tasa de ocupación en la zona de costera de Manabí se tomaron en cuenta todos los re-avistamientos en una misma temporada. Esta condición se cumplió en los años 1996, 2001, 2002, 2003 y 2004. Los re-avistamientos muestran un valor medio de 21,83 días (n =89), con un máximo de 83 días en el año 2001 (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Ocupancia máxima y media (en días) en la costa de Manabí para cada año que se obtuvo datos de re-avistamiento dentro de una misma temporada.

<b>Manabí</b>	<b>1996</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
<b>Máximo</b>	40	83	52	46	75
<b>Mínimo</b>	1	1	1	1	1
<b>Media</b>	15,40	40,75	14,04	22,18	16,78
<b>SD</b>	17,39	27,35	15,92	15,50	20,16

### **Movimientos entre zonas reproductivas**

Un total de 28 ballenas (3.1% del total de individuos identificados) fueron re-avistadas en las costas de Esmeraldas y Manabí en la misma época reproductiva, condición que se cumplió en los años 2001, 2002, 2003, 2004 (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Individuos observados en la zona costera de Esmeraldas y Manabí en la misma época reproductiva y en diferentes años. Los nombres de cada individuo fueron asignados según el catálogo del Proyecto CETACEA. Donde ‘ESM’ hace referencia a la zona de Esmeraldas y ‘PNM’ a la zona de Manabí. Los números contiguos indican mes y día del avistamiento.

Individuos	2001	2002	2003	2004
EC 0034	PNM 0704, ESM 0806			
EC 0042	PNM 0711, ESM 0806			
EC 0085	ESM 0725, PNM 0830			
EC 0114	ESM 0620, PNM 0806			
EC 0138	ESM 0825, PNM 0831			
EC 0158	ESM 0619, PNM 0817			
EC 0148		PNM 0817, ESM 0906		
<b>EC 0154</b>		ESM 0813, PNM 0821		ESM 0715, PNM 0916
EC 0172		ESM 0707, PNM 0818		
EC 0376		ESM 0914, PNM 1013		
EC 0206			ESM 0704, PNM 0821	
EC 0212			PNM 0716, ESM 0721	
EC 0017				ESM 0718, PNM 0921
EC 0044				ESM 0727, PNM 0829
EC 0047				ESM 0711, PNM 0816
EC 0134				ESM 0713, PNM 0929
EC 0135				ESM 0714, PNM 0828
EC 0145				ESM 0722, PNM 0828
EC 0155				PNM 0709, PNM 0928
EC 0198				ESM 0718, PNM 0728
EC 0199				ESM 0715, PNM 0728
EC 0207				ESM 0708, PNM 0813
EC 0256				PNM 0722, ESM 0730
EC 0307				ESM 0728, PNM 0804
EC 0356				ESM 0714, PNM 0722
EC 0471				ESM 0807, PNM 0817

Se obtiene una media de 28,53 días ( $n= 28$ ) en los cuales un individuo navegó desde la zona costera de Esmeraldas hasta la zona costera de Manabí (300 km de distancia aproximadamente). Se observaron valores diferentes entre individuos, como por ejemplo en el año 2001 un individuo fue re-avistado después de 6 días de su primer avistamiento; mientras que, en el 2004 un individuo fue re-avistado después de 65 días de su primer re-avistamiento. (Ver Tabla 6).

Tabla 6. Tiempo (en días) utilizados por las ballenas jorobadas para navegar desde la costa de Esmeraldas hasta la costa de Manabí.

	2001	2002	2003	2004
<b>Máximo</b>	59	29	48	65
<b>Mínimo</b>	6	8	5	7
<b>Media</b>	33,83	24,75	26,5	29,06
<b>SD</b>	18,14	14,36	30,4	18,54

Es necesario mencionar que en el año 2015, se avistó un individuo (Ver Figura 6) el 7 de julio dentro de la zona costera de Esmeraldas y después de 32 días (31 de agosto) en la zona costera de Salinas.



Figura 6. Individuo EC0608 avistado en Esmeraldas el 7 de julio (foto izquierda) y re-avistado el 31 de agosto del mismo año en Salinas (foto derecha). Fotos por Martín Narváez.

### Estimación del tamaño poblacional

- Estimación del tamaño poblacional en la costa ecuatoriana (Esmeraldas y Manabí)

En la Tabla 7 se presenta una serie de 20 muestras, tomando en cuenta que una ‘muestra’ es considerada como un año de observación (desde 1996 hasta el 2016). En el año 1996, de los 25 individuos identificados, 1 fue re-avistado en el año 1997, 2 en el año 2001, 1 en el año 2002, 4 en año 2004, 1 en año 2008 y 1 en año 2009; por lo que, hasta la fecha presente, de los 25 individuos identificados en el primer año de estudio (1996), 10 fueron re-avistados durante los 20 años de estudio.

Las estimaciones del tamaño poblacional son variables entre años (media = 458,17), en el 2015 se obtiene una estimación de 34,5 individuos (95% CI 0-1117), mientras que en el 2006 fue de 1224 individuos (95% CI 114-18018) (Ver Tabla 8).

- Estimación del tamaño poblacional en la zona costera de Esmeraldas

En la Tabla 9 se presenta una serie de 16 muestras tomando en cuenta que una ‘muestra’ es considerada como un año de observación (desde 2000 hasta el 2016). En el año 2001, de los 38 individuos identificados, 2 fueron re-avistado en el año 2002, 2 en el año 2004 y 2 en el año 2011; por lo que, hasta la fecha presente, de los 38 individuos identificados (año 2001), 6 fueron re-avistados durante los 16 años de estudio.

Las estimaciones del tamaño poblacional fueron variables (media = 356,27). Se obtiene una estimación de 22 individuos en el año 2001, mientras que en el año 2009 fue de 1331 individuos (95% CI 105-25009) (Tabla 10).



Tabla 8. Estimación del tamaño poblacional usando el método de Jolly Seber (1965), la probabilidad de supervivencia y CI (intervalos de confianza) para la población de la costa ecuatoriana (Manabí y Esmeraldas) mediante el análisis de aletas caudales.

Muestra	Estimación poblacional	Probabilidad de supervivencia	95% CI
1996	-	-	-
1997	21,8	1,29	-
1998	160,0	0,84	23 – 1206
1999	318,5	0,88	45 – 2424
2000	251,2	0,10	57 – 913
2001	31,1	1,88	-
2002	938,2	0,90	424 – 1131
2003	1008,2	0,78	448 – 1308
2004	753,9	0,56	312 – 870
2005	837,2	0,67	318 – 1347
2006	1224,0	2,36	114 – 18018
2008	1109,3	0,55	154 – 8866
2009	1015,7	0,55	128 – 9456
2010	274,8	0,59	41 – 1931
2011	147,7	0,15	34 – 516
2012	63,4	1,46	7 – 358
2013	151,7	0,43	21 – 1220
2014	86,3	0,07	14 – 440
2015	34,5	-	0 – 1117
2016	-	-	-





Tabla 10. Estimación del tamaño poblacional usando el método de Jolly Seber (1965), la probabilidad de supervivencia y CI (intervalos de confianza) para la población de la costa de Esmeraldas mediante el análisis de aletas caudales.

Muestra	Estimación poblacional	Probabilidad de supervivencia	95% CI
2000	-	-	-
2001	0	0,50	-
2002	215,3	1,44	44 – 840
2003	741,4	0,37	150 – 3311
2004	294,4	0,35	76 – 741
2005	140,0	1,91	33 – 470
2006	504,0	2,01	46 – 7585
2008	716,0	0,63	88 – 6796
2009	1331,0	0,59	105 – 25009
2010	539,0	0,47	47 – 8825
2011	78,0	1,00	17 – 298
2012	286,0	0,38	52 – 1372
2013	101,5	0,12	11 – 1072
2014	19,2	0,04	0 – 170
2015	22,0	-	-
2016	-	-	-

# DISCUSIÓN

La fidelidad de sitio es la tendencia de un individuo a ocupar un área o regresar a la misma durante un período de tiempo (Wedekin et al, 2010). Las ballenas jorobadas muestran mayor fidelidad de sitio en las zonas de alimentación que en las zonas de reproducción (Seton et al, 2002).

Existen varias explicaciones de la menor fidelidad de sitio en las zonas de reproducción. Según Craig & Herman (1997) en esta etapa, las ballenas jorobadas no regresan a la misma zona que visitaron en anteriores migraciones debido a que recorren amplias distancias y rara vez permanecen en una sola área por un largo período de tiempo, lo que provoca que no sean observadas continuamente (Guzman & Félix, 2017; Baker & Herman, 1981). Otra explicación es que no todos los individuos viajan hacia las zonas de reproducción cada año, en las hembras la concepción puede ocurrir a lo largo de la ruta migratoria o en zonas de alimentación lo que impide que migren o completen su migración (Craig & Herman, 1997; Herman et al, 2010).

En esta investigación, para el análisis de fidelidad de sitio de las ballenas jorobadas en el área de reproducción se utilizó fotografías de aletas caudales y dorsales. En Manabí, el estudio se realizó únicamente con el análisis de aletas caudales, obteniéndose una tasa de retorno del 19.11%. En Esmeraldas, se utilizó fotografías de aletas caudales y dorsales obteniéndose una tasa de retorno del 10% y 14.6% respectivamente. Las aletas dorsales son mucho más fáciles de fotografiar, en consecuencia, la cantidad de individuos identificados aumenta y la posibilidad de re-avistamientos también.

Capella et al (1995) menciona que el 26% de los individuos regresan a costas colombianas, estos resultados comparados con los del presente estudio muestran una menor fidelidad de sitio en las costas de Ecuador (Manabí y Esmeraldas). Una posible explicación

para esta diferencia podría ser que la mayoría de individuos que frecuentan las costas ecuatorianas son transitorios (Félix & Haase, 2001); sin embargo, los re-avistamientos interanuales en las costas de Ecuador y la tasa media ocupacional de 15.85 días en Esmeraldas y 21.27 días en Manabí sugieren un uso residente del área por parte de algunas ballenas. Otro factor podría ser que a pesar de su proximidad, la composición de los grupos sociales en la zona costera colombo-ecuatoriana, es diferente. Un claro ejemplo: Flórez (1991) menciona que en la Isla Gorgona - Colombia, el 50% de los individuos identificados son madres con crías, mientras que Félix & Haase (2001) en el Parque Nacional Machalilla – Ecuador indican que las madres y crías representan apenas el 10% de las ballenas observadas. Esta concentración de hembras y crías cerca de la zona costera (poco profunda) puede facilitar los re-avistamientos y favorecer los registros de fidelidad de sitio (Félix & Haase, 2001).

Investigaciones realizadas con otras poblaciones del hemisferio sur en diferentes zonas de reproducción muestran porcentajes similares a los encontrados en este estudio, Wedekin et al (2010) obtuvo en el Banco de Abrolhos el 14.3% de individuos re-avistados en años diferentes. En la costas de Hawaii, la tasa de re-avistamiento fue del 31.5% en machos y 22.3% en hembras (Craig & Herman, 1997).

La diferencia entre tasas de ocupación en distintas áreas de reproducción puede reflejar la manera en la que cada ballena explora una región; además, puede ser el resultado de la organización social de estos individuos en cada locación (Baracho-Neto et al, 2011; Félix & Haase, 2001); la concentración de hembras y crías cerca de la zona costera puede facilitar los re-avistamientos de estos grupos que tienen una menor movilidad (Félix & Haase, 2001).

En Esmeraldas la tasa media ocupacional es de 15.85 días (máximo=67 d) y en Manabí de 21.47 días (máximo= 83 d) lo cual es muy parecido a la tasa media ocupacional de ballenas jorobadas en la Isla Gorgona con un media de 17 días (Capella & Flores, 1993).

Estudios realizados en otras poblaciones del hemisferio sur muestran resultados diferentes a los encontrados en esta investigación. Matilla et al (1994) obtiene una tasa media ocupacional de tan solo 6 días en el Caribe; mientras que, en la Isla Camiguin (40 d; Acebes et al, 2007) y Maui (34 d; Baker & Herman, 1981) la ocupación encontrada fue mayor.

La diferencia encontrada en las tasas ocupacionales puede ser el resultado del tiempo de muestreo realizado para cada estudio (Wedekin et al, 2010). En esta investigación, desde el año 2001 al 2004, se realizaron muestreos tanto en la zona costera de Esmeraldas como en Manabí, incrementando el tiempo de observación hasta 83 días, lo que benefició a la recolección de datos. El doble esfuerzo realizado en estos años hizo posible registrar una alta ocupación, así en año 2001 fue de 83 días en la zona costera de Manabí y en el año 2002 fue de 66 días en la costa de Esmeraldas.

El hecho de que en Esmeraldas y Manabí exista una ocupación que puede llegar a ser mayor a 60 días reitera que la zona costera de Esmeraldas y Manabí son áreas de reproducción importantes. Asimismo, nuestros datos reafirman que la costa ecuatoriana no solo es una zona de tránsito sino también de residencia (vea también Félix & Haase, 2001).

En ballenas barbadas es común una alta movilidad lo que sugiere que el costo energético involucrado en tales movimientos es probablemente bajo (Corkeron & Connor cit. en Wedekin et al, 2010). Las ballenas jorobadas viajan grandes distancias entre las distintas zonas de reproducción. Guzman & Félix (2017), mencionan que generalmente las ballenas muestran movimientos de corta distancia en las primeras semanas, concentrando sus actividades en áreas pequeñas; luego aumentan su velocidad y área de distribución en dirección sur una vez que comienza la migración. Cuando las ballenas se mueven en rangos

cortos, usualmente van de ida y vuelta, viajando entre 200 a 350 km a través de la costa con pequeñas excursiones hacia aguas más profundas (Guzman & Félix, 2017). Las ballenas jorobadas se caracterizan por ser extremadamente transitorias y se pueden viajar alrededor de 42 km por día. Wedekin et al (2010) menciona que las ballenas jorobadas en la costa de Brasil pueden moverse hasta 600 km entre las distintas zonas de reproducción.

En el presente estudio se obtuvo una media de 28,7 días (n=28 ind), en los cuáles una ballena navegó desde la zona costera de Esmeraldas hasta la zona costera de Manabí (300 km de distancia aproximadamente). Adicionalmente se registró individuos que se demoraron menos de 10 días y otros más de 60 días para cubrir esta distancia. Cabe mencionar que en esta investigación no se asume que los individuos permanecieron en el área de estudio durante el período entre el primer y último re-avistamiento; sin embargo, el hecho de observar ballenas jorobadas en Esmeraldas y Manabí en la misma temporada, nos da una idea de cómo es el movimiento de las ballenas jorobadas dentro de un área de reproducción.

Actualmente, la lista roja de la UICN, cambió el estado de la población global de las ballenas jorobadas desde ‘Vulnerable’ a la categoría de ‘Least Concern’ (Reilly et al, 2008). Las principales razones por la que se realizó este cambio es que la población ha continuado incrementándose en los 10 años transcurridos desde la evaluación anterior y de que existe mayor disponibilidad de información sobre el estado de las distintas poblaciones de ballenas jorobadas (Reilly et al, 2008).

En general, la población del Pacífico Sudeste ha aumentado desde mediados de la década de 1960 cuando se prohibió su caza, hasta el nivel actual de aproximadamente 4000 individuos, pero aún está por debajo del nivel previo a la caza de ballenas (aproximadamente 10000 individuos) lo que significa que esta población sigue en proceso de recuperación (Reilly et al, 2008).

En esta investigación, los mejores resultados de tamaño poblacional estimado de ballenas jorobadas en las costas de Esmeraldas y Manabí se obtuvieron en el año 2003 ( $N_t=1008,2$ ; 95% CI 448-1308) y 2004 ( $N_t = 753,9$ ; 95% CI 312-870), porque el número de recapturas fueron relativamente altas comparadas con el resto de años y los intervalos de confianza son menores.

La estimación poblacional de la zona de Esmeraldas presenta resultados muy variables, por ejemplo: en el año 2009 la estimación poblacional es de 1331 individuos (95% CI 105 - 25009) y en el 2014 la estimación es de 19, 2 (95% CI 0 - 170). Estas grandes diferencias se deben a la baja cantidad de individuos identificados en esta zona.

Según Castro et al. (2004) (2662 CI. 95% 803-4521) y Félix et al. (2006) (2917 CI. 95% 1751-4859) no se evidencia un incremento importante en la población en el lapso de estos dos años. Gladeck (2013) realizó un estudio en el que agrupa los datos desde 1996 hasta 2012 en el que obtuvo una estimación general de 2677 individuos (95% 840-4514), sus resultados son similares a los de Castro et al (2004) y Felix et al (2006), lo que aporta a la hipótesis de que la población se ha mantenido estable.

Estudios previos realizados en la Isla Gorgona - Colombia muestran un menor tamaño poblacional con respecto a los obtenidos en esta investigación, así lo muestra Flórez (1991) quién estimó una población de 170-450 individuos y Ojeda & Hurtado (1992) de 127-645 individuos. Por otro lado, los resultados de este estudio muestran una menor población de ballenas jorobadas con respecto a los de Félix & Haase (2001) quienes estimaron un tamaño poblacional de 1922 individuos (95% CI 77 - 3767) de 1996 a 1997 en la parte central de la costa de Ecuador. Los diferentes resultados encontrados en las comparaciones realizadas se deben a la cantidad de individuos que se lograron identificar en cada zona de reproducción y esto a su vez pudiera explicarse por las diferentes condiciones y características de los muestreos realizados en cada caso.

Aunque se ha reportado un incremento en la población del Norte del Pacífico y el Hemisferio Sur, la Lista Roja de la UICN considera que la población mundial de ballenas jorobadas aún se encuentra por debajo del 50% del nivel en el año 1940 (Reilly et al, 2008)

Las ballenas jorobadas conforman una población vulnerable por su proximidad a la zona costera (Flórez-González et al, 2007) lo que las expone a las diversas actividades humanas. En Colombia, el 67% de casos de muerte se debe a capturas incidentales y es una tendencia que parece incrementar desde el año 1995 (Capella et al, 2001).

Hoy en día no se cuenta con una aproximación estadística confiable del tamaño poblacional del Pacífico Sudeste, debido a que el uso de los datos existentes tiene numerosas limitaciones, el conocimiento de la estructura de la población es incipiente y la cobertura de las áreas de invierno es incompleta (Flórez-González et al, 2007).

## **CONCLUSIONES**

En las ballenas jorobadas la fidelidad de sitio en las zonas de reproducción es menor que en las zonas de alimentación, lo que puede explicarse porque utilizan distintas áreas de reproducción en cada migración; además, no todos los individuos completan su ruta migratoria, principalmente las hembras por la concepción.

Al comparar los resultados sobre la fidelidad de sitio entre distintas áreas de reproducción, no se observó mayor diferencia. Por el contrario, al contrastar la tasa media ocupacional se evidencia un mayor valor en la zona reproductiva de Ecuador (Esmeraldas y Manabí). Estos resultados reiteran la importancia de la zona costera de Esmeraldas y Manabí como áreas de reproducción importantes, sugiriendo que la costa ecuatoriana no solo es una zona de tránsito de ballenas, sino también de residencia.

Las ballenas jorobadas se caracterizan por tener una alta movilidad entre zonas de reproducción, lo que se corrobora en el resultado obtenido en el presente estudio, en el cuál



una ballena puede demorarse menos de 10 días o más de 60 días en navegar los 300 km que existen entre la zona costera de Esmeraldas y Manabí.

Las diferencias en el tamaño poblacional encontradas en este estudio se deben a que la cantidad de individuos identificados por temporada es distinta, esto muy probablemente este influenciado por las diferentes circunstancias en la toma de datos de varios años.

La población de ballenas jorobadas a nivel mundial se ha incrementado a niveles que le ha permitido salir del grupo de Vulnerabilidad, pero aún está por debajo del nivel ideal.

Los estudios de fidelidad de sitio, tanto para zonas reproductivas como de alimentación, son importantes para el diseño adecuado de áreas marinas protegidas para la conservación de cetáceos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acebes, J. M., J. D. Darling and M. Yamaguchi. 2007. Status and distribution of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in northern Luzon, Philippines. *Journal of Cetacean Research and Management* 9:37–43.
- Badii, M.H. Guillen, J. Landeros, E. Cerna, Y. Ochoa & J. Valenzuela UANL. UAAAN. 2012. Muestreo por Métodos de Captura-Recaptura. *International Journal of Good Conscience*. 7(1) 97-131
- Baker, C.S. & Herman, L.M. 1981. Migration and local movement of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) through Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology*, 59:460-469.
- Baker, C.; Perry, A.; L., H. 1987. “Reproductive histories of female humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the North Pacific”. *Marine Ecology Progress Series*, 41:103 – 114.
- Baracho-Neto, C. et al. 2011. Side fidelity and residence times of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on the Brazilian coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*.
- Capella, J. & Flores, L. 1993. Tras el rastro de La ballena jorobada. *Boletín Antártico Chileno* 12, 2-4.
- Capella, J., L. Flórez-González & G. A. Bravo. 1995. Site fidelity and seasonal residence of humpback whales around Isla Gorgona, a breeding ground in the Colombian Pacific. Pag. 20 en abstracts Eleventh Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals. Orlando, Florida. USA. 147 p.

- Capella, J., L. Flórez-González & P. Falk. 2001. Mortality and anthropogenic harassment of humpback whales along the Pacific coast of Colombia. *Memoirs of the Queensland Museum* 47(2): 547-553.
- Castro, C., Forestell, P., Kaufman, G. and Scheidat, M. 2004. Ocurrencia, abundancia y residencia de las ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae* en una área de reproducción en costas ecuatorianas. XI Reunión de Trabajo de Especialistas en Mamíferos Marinos de América del Sur, del 11 al 17 de septiembre de 2004, Quito, Ecuador, p.56-57 (Abstract).
- Constantine, R., Brunton, D.H. and Dennis, T. 2004. Dolphing-watching tour boats change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behavior. *Biological Conservation*, 117:299-307.
- Craig, A.S. and Herman, L.M. 1997. Sex differences in site fidelity and migration of Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to the Hawaiian Islands. *Canadian Journal of Zoology*, 75:1923-1933.
- Dawbin, W. H. 1966. The seasonal migratory cycle of humpback whales. Pag. 145-170 en Norris, K. S. (ed.) *Whales, dolphins and porpoises*. Univ. Calif. Press, Berkeley, California. 789 p
- Denkinger, J., Suárez, C., Franco, A. and Riebensahm, D. 2006. Proyecto ESMEMAR 2006 – Informe Final: Componente Marino. 56pp.
- Felix, F. y B Haase. 2005. “Distribution of Humpback Whales along the Coast of Ecuador and Management Implications.” *Journal of Cetacean Research and Management* 7(1): 21–31.
- 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 Southeastern Pacific humpback whale stock. *J. Cetacean Res. Manage.* 3(1): 55 – 58.
- Félix, F., Castro, C., Haase, B., Forestell, P., Álava, J.J. and Scheidat, M. 2006. Estimates of the southeastern Pacific humpback whale stock with mark recapture models in Ecuador. IWC Workshop on Comprehensive Assessment of Southern Hemisphere Humpback Whales, Hobart, Tasmania: 3-7 April 2006.
- Flórez 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. et al. 2007. Estrategia para la conservación de la ballena jorobada del Pacífico Sudeste. Lineamientos de un plan de acción regional e iniciativas nacionales. Fundación Yubarta. Cali. Colombia. 106 p.
- Gladek, L. 2013. “Abundance and site fidelity of hump- back whales (*Megaptera novaeangliae*) population in Esmeraldas, Ecuador”. Tesis de Maestría. University of Kiel/Universidad San Francisco de Quito.
- Guzman, H. y Félix, F. 2017. Movements and Habitat Use by Southeast Pacific Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Satellite Tracked at Two Breeding Sites. *Aquatic Mammals* 43(2), 139-155.
- Hammond, P.S., Mizroch, S.A. and Donovan, G.P. 1990. Individual recognition of cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Report of the International Whaling Commission
- Hartog, J. y Reijns, R 2011. I<sup>3</sup>S Countour Manual Interactive Individual Identification System. Recuperado desde: [www.reijns.com/i3s](http://www.reijns.com/i3s)

Herman, L. Pack, A. Rose, K. Craig, A. Herman, E. Hakala, S. Milette, A. 2010.

“Resightings of Humpback Whales in Hawaiian Waters over Spans of 10 – 32 Years : Site Fidelity, Sex Ratios, Calving Rates, Female Demographics, and the Dynamics of Social and Behavioral Roles of Individuals.” 1–33.

Krutwa, A. 2005. Abundance, distribution and local migrations of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Ecuador. Universidad Rostock.

Matilla, D. K., P. J. Clapham, O. Vásquez and R. S. Bowman. 1994. Occurrence, population composition, and habitat use of humpback whales in Samana Bay, Dominican Republic. *Canadian Journal of Zoology* 72:1898–1907.

Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2007. Plan Gerencial del Parque Nacional Machalilla, 2008-2010. Proyecto GEF: Ecuador Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP-GEF). Quito.

Ojeda Z.V, & L.A. Hurtado. 1992. Aspectos biológicos de la yubarta *Megaptera novaeangliae* durante su ciclo reproductivo en la isla Gorgona, 1991. Memorias del VIII Seminario de Ciencias y Tecnologías del Mar y Congreso Centroamericano y del Caribe de Ciencias del Mar. Santa Marta. Colombia. p. 697-708.

Oña, L. 2013. “Humpback whale hábitat preference and occurrence of songs in relation to depth and sea bottom structure off the coast of Esmeraldas, Ecuador”. Tesis de Maestría. Universidad San Francisco de Quito.

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., Urbán, J. & Zerbini, A.N. 2008. *Megaptera novaeangliae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T13006A3405371.

Recuperado desde :

<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T13006A3405371.en>.

- Rojas, K. Denkinger, J. Arahana, V. Dalgo, D. Torres, M. 2014. “Analysis of the Site Fidelity between Male and Female Humpback Whales, Visiting the Esmeraldas Coasts (Ecuador) Análisis de La Fidelidad de Sitio Entre Machos Y Hembras de Ballenas Jorobadas Que Visitan Las Costas de Esmeraldas (Ecuador).” 6(1).
- Rosenbaum H.C., Clapham P.J., Allen J., Nicole-Jenner M., Jenner C., Florez-Gonzalez L., Urban J., Ladrón P., Mori K., Yamaguchi M. and Baker C.S. (1995) Geographic variation in ventral fluke pigmentation of humpback whale *Megaptera novaeangliae* populations worldwide. *Marine Ecology Progress Series* 124, 1–7
- Salden D.R., Herman L.M., Yamaguchi M. and Sato F. (1999). Multiple visits of individual humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) between the Hawaiian and Japanese wintering grounds. *Canadian Journal of Zoology* 77, 504–508
- Seton, R. E., J. M. Allen and S. K. Todd. 2002. Curation of the North Atlantic humpback whale catalogue and associated databases. Progress Report to Northeast Fisheries Science Center, National Marine Fisheries Service. 10 pp.
- Wedekin, L. Neves, M. Marcondes, M. Baracho, C. Rossi-Santos, M. Engel, M. 2010. “Site Fidelity and Movements of Humpback Whales (*Megaptera Novaeangliae* ) on the Brazilian Breeding Ground , Southwestern Atlantic.” 26(October): 787–802.