

Guía Sobre la Vida de la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y su Paso por el
Pacífico Colombiano

Mayra Dayany Nieto García

Universidad Santo Tomás
Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia
Facultad de Ciencias y Tecnología
Administración Ambiental y de los Recursos Naturales
Bogotá D.C.

2019

Guía Sobre la Vida de la Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*) y su Paso por el
Pacífico colombiano

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Administradora Ambiental y de los Recursos Naturales

Mayra Dayany Nieto García

Tutor:

Julio Alberto González Acosta

Docente DUAD-USTA

Universidad Santo Tomás

Decanatura de División de Educación Abierta y a Distancia

Facultad de Ciencias y Tecnología

Administración Ambiental y de los Recursos Naturales

Bogotá D.C.

2019

Agradecimientos

La vida tiene inicio desde el momento justo cuando dos seres se unen con ese propósito y para mí lo tuvo cuando Blanca García y Luis Nieto, decidieron vivir en la monogamia de su amor y producto de esa simbiosis, soy uno de sus frutos, razón por la que les estaré agradecida, pues sus infinitesimales desvelos, me condujeron alcanzar conocimiento, a prepararme en valores y a ser más humana. Dos retoños más, producto de ese amor, son mis hermanos Madelyn y Maicol, armoniosos seres que acompañaron mi camino profesional y personal, que formaron una cultura de la amistad dentro de la hermandad y que singularizaron la unión fraternal. A Daniel Estupiñán, el amor de mi vida, reflejo de mí misma, que sin reparos ni excusas me acompañó en esta larga pero sustancial carrera. Al profesor Julio Alberto González, por su incondicional y motivante asesoría durante la realización de la misma y a todos los docentes que gracias a los conocimientos transmitidos, marcaron con detalles de sabiduría mi proceso educativo.

Nota de aceptación

Este proyecto de grado titulado “Guía sobre la vida de la ballena Jorobada *Megaptera novaeangliae* y su paso por el pacífico colombiano” Preparado por Mayra Dayany Nieto García ha sido aprobado y aceptado.

Tutor

Jurado

Jurado

Bogotá DC, agosto de 2019

Resumen

La presente investigación, trata sobre aspectos sustanciales de la vida de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*, Borowski, 1781) y su paso por el pacífico colombiano, desde su origen, evolución, biología y ecología, hasta aspectos económicos como la actividad turística de avistamiento en esa zona. La guía, contiene valioso conocimiento de años de investigación científica, donde los esfuerzos de humanos comprometidos con la protección de la especie y su ecosistema, han logrado acercarnos más a los misterios de la fascinante vida de tan encantador mamífero.

Palabras clave: *Megaptera novaeangliae*, comportamiento, avistamiento, pacífico colombiano, guía técnica.

Abstract

The present investigation, deals with substantial aspects of the life of the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*, Borowski, 1781) and its passage through the Colombian Pacific, from its origin, evolution, biology and ecology, to economic aspects such as the tourist activity of sighting in that zone. The guide contains valuable knowledge from years of scientific research, where the efforts of humans committed to the protection of the species and its ecosystem, have brought us closer to the mysteries of the fascinating life of such a charming mammal.

Key words: *Megaptera novaeangliae*, behavior, whale watching, Colombian Pacific, technical guide.

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Antecedentes	3
2. Planteamiento del problema	7
2.1. Situación problema.....	7
2.2. Formulación del problema.....	8
3. Justificación	8
4. Objetivos.....	9
4.1. Objetivo general.....	9
4.2. Objetivos específicos.....	9
5. Cronograma de actividades.....	10
CAPITULO 1 Filogenia de la ballena jorobada	11
1.1. Origen, formación y desarrollo evolutivo	11
1.2. Aspectos claves de la evolución	14
1.3. Historia cronológica de la cacería o cinegética	16
1.4. Caza de subsistencia	21
1.5. Importancia histórica	21
1.6. Lista roja y estado de preocupación	23
1.7. Amenazas antrópicas	24
CAPITULO 2 Clasificación taxonómica de la ballena jorobada	28
2.1. Esquema jerárquico	29
2.2. Morfología o forma y funciones específicas	33
2.2.1. Características de las aletas	35
2.2.2. Características de la piel o tegumento	35
2.2.3. Características de la cabeza y zona ventral	36
2.2.4. Características del tamaño y la gestación	37
2.2.5. Características internas	41
2.2.6. Características del sistema óseo	42
2.3. Patrón de pigmentación y métodos de identificación	44
2.4. Parásitos	47

2.4.1. Endoparásitos genero Crassicauda	48
2.4.2. Ectoparásitos Cyamus boopis (Lütken, 1870) o piojos	50
2.4.3. Parásitos balano Coronula diadema/Diadema de la coronilla (Linnaeus, 1767)	52
2.4.4. Conchoderma auritum (Linnaeus,1767)	53
2.4.5. Coronula reginae (Darwin, 1854)	54
2.4.6. Parásitos: Protozoos Ciliados	54
2.5. Depredadores	56
2.6. La jorobada como bioindicador de la salud de los océanos y contaminación marina	58
CAPITULO 3 Migración, alimentación y reproducción de la ballena jorobada	65
3.1. Zonas de avistamiento en el pacífico colombiano	67
3.2. Etología o comportamiento	69
3.2.1. Comportamiento reproductivo y social	70
3.2.2. Comportamiento de alimentación y sus métodos	75
3.2.2.1. Comportamiento de alimentación oportunista	77
3.2.2.2. Dieta de la jorobada	78
3.2.3 Comportamiento armónico musical	80
CAPITULO 4 Avistamiento de las ballenas jorobadas	83
4.1. Antecedentes históricos del turismo de avistamiento.....	83
4.2. Normas de avistamiento	85
5. Conclusiones	86
6. Referencias bibliográficas	87

Lista de figuras

Fig. 1. Filogenia simplificada con hipótesis recientes de las relaciones de los cetáceos con otros grupos de mamíferos.....	12
Fig. 2. Filogenia esquemática de los Stem Cetacea o arqueocetos	13
Fig. 3. Dibujos esquemáticos de los grupos de mysticetos	14
Fig. 4. Diagrama comparativo de los buques cazadores a través del tiempo y sus presas	20
Fig. 5. Detalle de la cabeza de una ballena jorobada arponeada en Japón	21
Fig. 6. Ballena jorobada en la cubierta de una estación ballenera en el oeste de Canadá.....	21
Fig. 7. Históricas pinturas rupestres, que representan la caza de ballenas hace 1.500 años	22
Fig. 8. Categorías de la lista roja UICN	23

Fig. 9. Mutilación de la extremidad interior de la aleta caudal o cola de una jorobada	28
Fig. 10. Partes externas de la ballena jorobada	34
Fig. 11. Partes internas de la ballena jorobada.	40
Fig. 12. Marcas de identificación de la aleta caudal de la ballena jorobada.	46
Fig. 13. Endoparásito, <i>Crassicauda</i> spp., visto a través de un microscopio	50
Fig. 14. Piojos <i>Cyamus boopis</i>	51
Fig. 15. <i>Coronula diadema</i>	53
Fig. 16. Ballena jorobada varada en la playa de Katwijk y con presencia de parásitos	54
Fig. 17. Quemadura térmica en jorobada varada en Brasil inducida por luz solar.....	63
Fig. 18. Distribución mundial de diversas poblaciones de jorobadas y sus rutas migratorias.	65
Fig. 19. Mapa esquemático y zonas de avistamiento en el pacífico colombiano y sudeste.	67
Fig. 20. Distribución geográfica y potencial en la ZEE-PC	68
Fig. 21. Secuencia y tiempo transcurrido en segundos del método embestida de alimentación oportunista Sub-superficial con zumbido terminal	78
Fig. 22. Sonograma de Payne y McVay 1971 para especificar la terminología de los sonidos ...	80

Introducción

La ballena jorobada o yubarta, es un magnífico ser vivo de emblemática postura, de gran tamaño e incalculable importancia en el desarrollo de los ecosistemas marinos, ya que habita en todos ellos, es decir es cosmopolita (Chittleborough 1965; Dawbin 1966; Baker et al. 1986; Katona & Beard 1990; Flórez-G & Capella 1993; Flórez-González et al. 1998, Pough. et al. 1999; Fernández-Casado et al. 2001). Viaja cada año más de 8500 km desde la península Antártica y el estrecho de Magallanes en Chile hacia el pacífico colombiano entre junio y noviembre para reproducirse y criar (Stevick et al 2004; Acevedo et al. 2007).

La jorobada, al igual que la especie humana (*Homo Sapiens*¹) es un mamífero que posee vértebras, glándulas mamarias, sangre caliente, respiran aire mediante pulmones, mantienen una temperatura constante y el embrión se desarrolla dentro de la madre. Su anatomía (La forma de su cuerpo) y su fisiología (las funciones del mismo) se fueron ajustando drásticamente a lo largo del tiempo para adaptarse a una vida solo acuática (Leatherwood, Reeves, Perrinl & Evans., 1988). Es decir, jamás salen del agua por lo que su adaptación es lo que le permite sobrevivir a las características físicas del ambiente (Reeves et al. 2002; Shirihai y Jarrett, 2006).

Su peor enemigo después del ser humano son las Orcas (*Orcinus orca*), pues las jorobadas son sus presas naturales (Whitehead & Glass 1985, D'Vincent et al. 1989, Flórez-González et al. 1994, Weller 2002). Ocasionalmente la falsa Orca (*Pseudorca crassidens*) y algunas especies de tiburones, como el tiburón tigre, también suelen cazarlas para su alimento (*Galeocerdo cuvier*) (Weller 2002). Lo cual es habitual y hace parte de leyes de la naturaleza, donde los organismos

¹ Especie que posiblemente aparece en Etiopía-África hace unos 195.000 años. Revista Colombiana de Bioética, vol. 8, núm. 2, julio-diciembre, 2013, pp. 49-63.

comen y son comidos, proceso conocido como cadena alimenticia o trófica (denominación creada por el zoólogo y naturalista Charles Sutherland Elton en el año 1927).

Como toda una cantante de ópera, la fascinante jorobada realiza espectáculos melódicos, estremecedores, potentes y emocionantes para hacer eco en los océanos del mundo. Es tan popular, que en la década de los sesentas la marina de los Estados Unidos de América, registró los cantos de las ballenas jorobadas y diez años después el zoólogo británico Roger Payne y el experto en ballenas Scott McVay, difundieron la grabación para el público en general, en su reproducción de los Sonidos de la Naturaleza y tuvo tanto éxito entre la gente que se editó en varios países y superó los diez millones de discos vendidos; las canciones pasaron de ser el susurro del mar a ser el himno de conservación de las ballenas en la tierra y en 1974 los cantos se elevaron hasta los confines del universo, cuando Carl Edward Sagan astrónomo estadounidense, puso estas canciones en el disco de oro Sound of Earth –sonidos de la Tierra– que transportaban las Voyager I y II² (Hernández, 2013).

La jorobada, representa para las comunidades raizales, científicos, turistas e interesados en su vida, una simbología que contribuye a la valoración de la biodiversidad marina, en aras de promover el desarrollo científico, cultural y económico de una nación, descritas a manera personal, como la caja negra de un sistema ecológico.

Así que, la práctica de avistamiento con fines turísticos o de investigación científica, deben regirse bajo normas específicas que salvaguarden el bienestar tanto del animal como del hombre y el medio en que se desarrolla. Por lo tanto, el turismo dirigido a la observación de cetáceos ha tenido un gran auge en los últimos años, ya que éste ofrece espacios de aprendizaje y diversión

² Sondas espaciales estadounidenses lanzadas al espacio exterior el 5 de septiembre de 1977.

en donde pueden conocerse aspectos ecológicos de las especies y la cultura de aquellas sociedades donde se realizan estas actividades (Charry, 2007, P.1) pues no debemos permitir que las culturas se extingan al igual que las especies.

Según la opinión de Hoyt (2001): “el avistamiento turístico de mamíferos marinos representa para las comunidades del pacífico colombiano beneficios ambientales, económicos, sociales, culturales y científicos que generan ingresos sostenibles para sus poblaciones”. De tal forma se hace necesario priorizar desde la educación ambiental la conservación y protección de su biodiverso hábitat acuático que hace posible el ciclo de vida de la especie.

Antecedentes

La vida de la jorobada, ha sido posible a través de la evolución de otros seres vivos, tal cual como afirmó el físico italiano Francesco Redi en año 1668 "toda célula procede de otra célula" teoría posteriormente corroborada en el siglo XIX por Luis Pasteur en Francia y John Tyndall en Inglaterra, pues estas, han tenido que sobrevivir a las adversidades que el hombre ha provocado y a las transformaciones o cambios que ocurren en su medio ambiente, todo con la esperanza de mantener su descendencia mediante la adaptación, está referida a cualquier característica del individuo que facilite y estimule la capacidad para sobrevivir y reproducirse en un ambiente particular (Hochachka & Somero, 1973).

Siendo así la interacción del ser humano con los mamíferos marinos comenzó a través de la caza con fines de subsistencia para luego dar paso a la caza comercial, ya sea para alimentación o peletería “curtido de pieles”. Esta situación diezmo algunas poblaciones, en tanto que a otras especies las llevó al borde de la extinción (Bastida & Rodríguez, 2003).

Intensos años de cacería se ejercieron para extraer aceite, que era usado como combustible para lámparas, calefacción, lubricante para máquinas y como materia prima para la fabricación de jabones, detergentes, pinturas y barnices (Robbins 1996: 75). En el año 1966 las jorobadas son protegidas legalmente por la Comisión Ballenera Internacional CBI, organismo que ha permitido minimizar dicha práctica furtiva, pues los peligros que aquejan a esta especie, son muy amplios. debido a que son una especie de hábitos costeros, razón que las hace vulnerables a efectos antrópicos como tráfico de embarcaciones, contaminación química, turismo insostenible, desarrollo urbano, pesquería ilegal y efectos naturales como el cambio climático.

Con el paso del tiempo y gracias a la preocupación de ecologistas por conservar la especie, se creó el “whale watching” o avistamiento de ballenas, que se ha convertido en el atractivo principal del ecoturismo; además de ser recreativo, representa beneficios para las poblaciones costeras, que están interesadas en la conservación y uso de estas especies (Hoyt 2000, 2008) pues a las personas les encanta verlas, ya que les generan grandes sentimientos y emociones.

De acuerdo a Sommer (2005), los cetáceos tienen una capacidad casi increíble de enriquecer las vidas de las personas con las que llegan a entrar en contacto pacífico. Representan una atracción universal única sobre el espíritu humano. Son excepcionales generadores de asombro y admiración. Existe una mística a su alrededor que inspira un sentido de maravilla y felicidad en personas de todas las razas y nacionalidades, algo que ningún otro grupo animal ha llegado a igualar con tal magnitud.

Los cetáceos ejercen tal fascinación en la gente que su estudio se ha convertido en una poderosa herramienta para la educación ambiental de personas de todas las edades. Además, parecen tener una afinidad especial por los seres humanos”. Por consiguiente, dicha aproximación permite que ambos mamíferos “hombre” y “cetáceo” confluyan armoniosamente

en un gran espectáculo natural a fin de disfrutar como también preservar como patrimonio socioambiental y turístico en los territorios donde este se da (Sommer, 2005).

En virtud de lo anterior, uno de los sectores turísticos que más futuro tiene y que además resulta estrictamente necesario para cuidar la congestión y el deterioro en los espacios costeros, es el turismo de naturaleza o turismo ecológico, (Domenech, 2009), que además de promover una economía azul sostenible, es la esperanza de la conservación de la especie y los espacios marítimos del mundo.

El hombre ha sido capaz de construir el conocimiento a partir de la experiencia y es así como el estudio de jorobadas a través del tiempo se ha visto enriquecido no solo por científicos, sino también por los raizales nativos, que viven en las comunidades costeras, que de alguna forma tienen la fortuna de observarlas. Estas aportaciones personales pueden ser igual de importantes y valiosas como el registro de una especie para una zona dada (Hugentobler & Gallo, 1986) o la recuperación de restos de organismos varados en las playas o atrapados en las redes pesqueras (Villa-Ramírez, 1969; Vidal y Findley, 1986; Silber y Norris, 1991; Gordillo-Solís et al. 2000.) al grado que pueden representar una muestra considerable para el desarrollo de un proyecto (Read, 1990; Read y Gaskin, 1997).

La ayuda proporcionada por los lancheros mediante la conducción de una embarcación, o el conocimiento sobre la localización y movimientos de los animales (Dreckmann, 1992) es impórtate para el científico, pues el apoyo empírico construido durante la observación del comportamiento de las ballenas, puede ser la clave para contribuir en su conservación.

Por otra parte, es conocido el uso de términos propios empleados por las comunidades costeras para nombrar a los animales, sus diferentes partes del cuerpo y actividades, ello representa la conservación de su cultura y acervo (Navarro et al. 1990) de tal forma que el

conocimiento de las comunidades es transmitido por generaciones y puede llegar a ser igual de importante al conocimiento científico de expertos.

Así que el conocimiento sobre jorobadas, es relevante en el sentido de mejorar el servicio para los turistas que buscan ver a estos animales (Salinas y Ladrón de Guevara, 1993), dentro del compromiso para proteger a las diferentes especies de mamíferos marinos, la tarea conservadora debe involucrar científicos, políticos y a la sociedad civil en su conjunto (Salinas y Ladrón de Guevara, 1993).

La vida de estos majestuosos ejemplares y toda la biota marina, ha dependido en cierto grado del comportamiento del hombre como actor de la contaminación marina, entiéndase esta como “la introducción de sustancias y de energía hecha por el hombre en el medio marino, lo cual resulta perjudicial para los recursos vivos, constituye un riesgo para la salud humana, perjudica las actividades marinas como la pesca, daña la calidad del agua del mar y reduce las actividades de recreo” (GESAMP, 1980).

Debido a la preocupación de ambientalistas por preservar el medio ambiente y sus recursos para el beneficio de las generaciones presentes y futuras, ha nacido la iniciativa del desarrollo sustentable y de acuerdo con el Informe de Brundtland (1987) y al consenso alcanzado en la Cumbre de Río en 1992, "es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades³". Así que la conservación de los espacios marinos prospecta a obtener una esperanza de vida de la especie en mención y por supuesto de todos los seres que interactúan en dicho hábitat.

³ Durante los años sesenta autores como Dasmann R., Milton J., & Freeman P. en su libro “Ecological Principles for Economic Development”, hablan de la definición del desarrollo sostenible.

2. Planteamiento del Problema

2.1. Situación problemática

La relación entre la jorobada y el hombre se ha basado más en beneficio humano que en su conservación, aunque afortunadamente el incremento constante del estudio de esta especie, ha generado conocimiento clave para motivar el cuidado de su supervivencia, ya que el humano está en proceso de comprender el valor que genera el correcto aprovechamiento de su relación con estos seres.

Factores como el desarrollo económico, cultural y científico, son solo algunos de los aspectos en los que la magnitud del beneficio para el hombre, apremian el continuo estudio que le permita ampliar su bagaje de conocimiento acerca de la especie, en especial aquellos que habitan las zonas costeras y que son edecanes de estas magnificas anfitrionas, pues según Mann & Würsig (2014) el estudio del comportamiento social de la jorobada como por ejemplo el comportamiento de alimentación, el cortejo y el cuidado parental mantiene lineamientos básicos para generar estrategias de manejo y conservación y no sería posible tener totalmente claro su biología, distribución espacial y evolución sin un previo estudio del mismo.

No obstante, es importante también la educación de quienes juegan el rol de invitados y que en calidad de turistas requieren pautas básicas para hacer más fácil la aprehensión del conocimiento de la especie, seguridad y disfrute de su avistamiento, pues la transmisión del conocimiento sobre la vida de la especie en mención, a los raizales y visitantes de la zona pacífica costera de Colombia, es la base para construir esta organización de personas, una cultura defensora, sensible y justa por la naturaleza de su entorno.

El “whale watching” o avistamiento de jorobadas, es una actividad turística y de investigación, que se realiza durante la migración desde áreas polares a zonas costeras propicias

para la reproducción y que atrae a turistas de Colombia y el mundo. En vista que dicha actividad atrae a públicos con diversidad de profesiones, edades y culturas aflora la necesidad de presentar una guía que apoye el aprendizaje para raizales y visitantes, que promueva la cultura del conocimiento sobre los aspectos la vida de esta especie, que incluyan buenas prácticas de avistamiento y sus interacciones con el entorno biofísico en el que se desarrolla.

2.2 Formulación del problema

Necesidad de promover el conocimiento a raizales y visitantes, sobre de la vida de la ballena jorobada y su hábitat de reproducción en el pacífico colombiano.

3. Justificación

La construcción de una metodología práctica e ilustrativa con base en información científica comunicable, entendible y verificable, permite influir en el aprendizaje holístico de los raizales y visitantes del pacífico colombiano, razón por la que se hace indispensable para la cimentación del conocimiento vivido desde un ambiente diferente, lleno de estímulos emocionales y reales provocados por el avistamiento In situ de la jorobada para fomentar el desarrollo turístico sostenible, desde cualquier espacio geográfico.

Teniendo en cuenta la multiculturalidad de pensamiento que poseen los raizales y visitantes, se hace necesario construir una forma práctica del conocimiento que infunda respeto por la especie yubarta y su ecosistema. El producto a obtener “Guía Sobre la Vida de las Ballenas Jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) y su Paso por el Pacífico colombiano” tendrá incidencia positiva en el conocimiento del lector “raizales y visitantes” que fortalezca principalmente el desarrollo cultural y económico de la zona pacífica colombiana.

Según cifras del centro de información turística de Colombia, CITUR (Año 2010 al 2018), dentro del turismo receptor, el 60% de los visitantes extranjeros vienen con motivos vacacionales, mientras que solo un 2% viene con fines educativos, por lo cual es necesario incentivar la educación ambiental en especial en la zona pacífica.

Pues la educación ambiental constituye una herramienta fundamental para la conservación de la diversidad biológica (Cassini, 1999) y no se concibe su papel si no se acude a una base científica sólida que permita convencer y aún interesar a las personas de cualquier edad, sexo o condición social, en relación con el objeto de conservación. De modo que, la clave para conservar la vida en el planeta es la construcción del conocimiento y en el caso de la presente investigación, teniendo en cuenta la vida de la jorobada desde su valor educativo, histórico, cultural, biológico y científico, y desde el ecoturismo de avistamiento, por medio del cual se hace posible transmitir e incrementar ese conocimiento a través de este producto.

4 objetivo General

Generar una guía sobre la vida de la ballena jorobada y su paso por el pacífico colombiano.

4.1 Objetivos Específicos

4.1.1. Recopilar información científica con respecto a la vida de la ballena jorobada y su paso por el pacífico colombiano.

4.1.2. Facilitar la comprensión de conceptos técnicos de la vida de la ballena jorobada, mediante silogismos con datos típicos interesantes de la cotidianidad del ser humano.

4.1.3. Mostrar la importancia económica del desarrollo de una cultura del conocimiento de esta especie en la zona pacífica colombiana.

Capítulo Uno: Filogenia de la Ballena Jorobada

En el presente se podrán apreciar algunas teorías que explican la evolución de las jorobadas y los ancestros que marcaron el inicio de su transformación. Se conoce que han evolucionado de animales terrestres; la modificación de su anatomía les ha permitido adaptarse y ocupar diversidad de espacios marinos (Tirira, 1999) para preservar la especie.

1.1. Origen, Formación y Desarrollo Evolutivo

El sustancial bagaje de teorías existentes sobre la evolución de las especies, representan años de esfuerzos de investigación y han sido evidencias fundamentales para acercarnos al misterio de la vida sobre la faz de la tierra. Con la hipótesis propuesta por Darwin en 1859, “para que haya evolución debe haber un cambio lento y gradual en las poblaciones como consecuencia de la adaptación de los seres vivos a su ambiente” se hace posible afirmar, que el cambio entre el ambiente terrestre y acuático, fue un suceso poco frecuente “Lento” en la mayoría de los clados (rama del árbol genealógico de los seres vivos que contiene un antepasado común y todos los descendientes vivos y extintos de ese antepasado) de plantas y animales (Vermeij & Dudley, 2000). los estudios y teorías de la evolución de los cetáceos nos aproximan a conocer al antepasado que dio origen a las jorobadas, por ejemplo, para Buono (2013) su evolución trajo cambios no solo anatómicos y fisiológicos sino comportamentales.

Los estudios filogenéticos (origen, formación y desarrollo evolutivo) realizados durante el siglo 18 y 19, vincularon a los cetáceos con varios grupos de mamíferos actuales vertebrados tetrápodos (4 patas), tales como los Pinnipedia, los Edentata, los Perissodactyla, los Sirenia, los Artiodactyla, ictiosaurios, las tortugas, los Plesiosaurios y los Mosasaurios (Blainville, 1816; Gill 1873; Flower 1883; Thompson 1890; Anthony, 1926, Buono, 2013). Con evidencias paleontológicas y morfológicas, se propusieron dos nuevas hipótesis: por un lado, Luo &

Gingerich (1999) y O’Learly & Gatesy (2008) afirman una relación con los condilartros Mesonychidae y por otro Thewissen et al. (2001); Geisler & Uhen, (2003) (2005); Thewissen et al. (2007) una relación con los Artiodactyla.

Según Montgelard et al. (1997) en la actualidad los cetáceos y los artiodáctilos forman un clado, el cual ha sido nominado Cetartiodactyla, hipótesis que Buono (2013) comparte y que además afirma que está respaldada por evidencia molecular, morfológica y combinada. la hipótesis de Geisler & Uhen, (2003) (2005); Geisler & Theodor, (2009) vincula a los cetáceos con los Raoellidae y los Hippopotamidae y está basada en estudios combinados y la hipótesis de Thewissen et al. (2007) basada en evidencia morfológica que los relaciona con la familia extinta Raoellidae. En la siguiente figura se muestran las filogenias más recientes de las relaciones de los cetáceos con otros grupos de mamíferos:

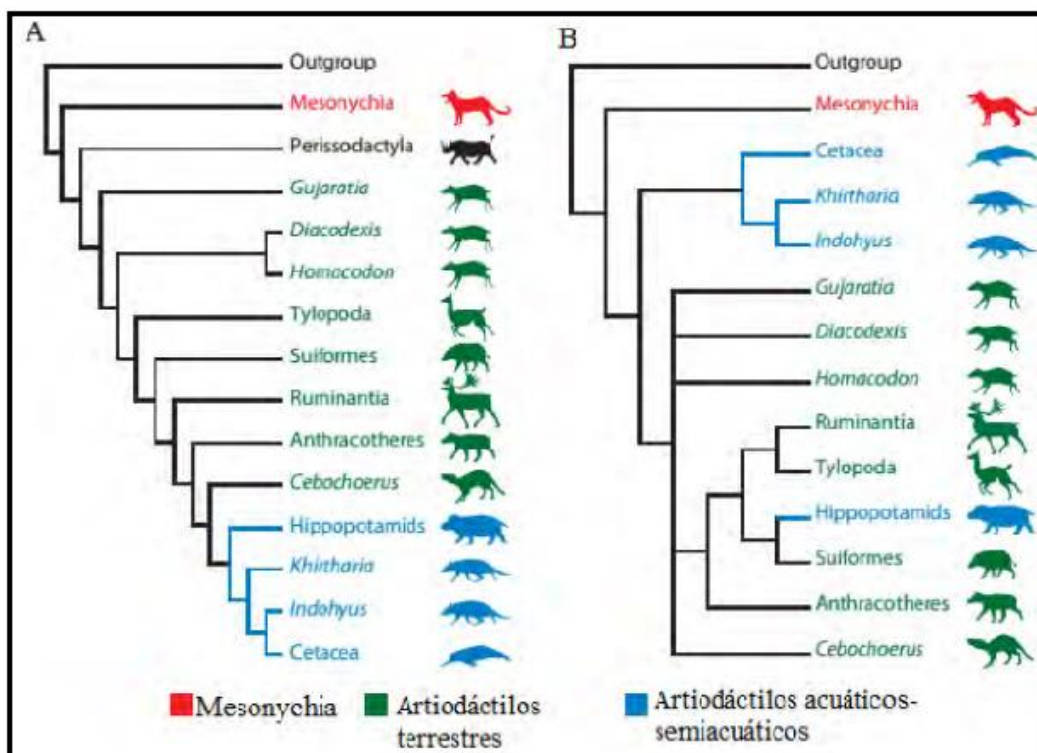


Figura 1. Filogenias simplificadas con hipótesis recientes de las relaciones de los cetáceos con otros grupos de mamíferos. (A). Hipótesis de Geisler & Theodor (2009); (B). Hipótesis de Thewissen et al. (2007).
Fuente: (Buono, 2013, modificado de Uhen et al, 2010).

Los primeros cetáceos según Fordyce (2009) y Buono (2013), aparecen durante el eoceno temprano y presentan tres radiaciones evolutivas; la primera, dada en el eoceno temprano medio en el mar de Tetis (extinto) y que involucro a los arqueocetos que migración de un ambiente costero marino a un ambiente oceánico abierto y con cambios físicos metabólicos como la audición, locomoción y alimentación. la segunda, ocurrió en el oligoceno temprano e involucro a los cetáceos modernos o neoceti como los misticetos con la aparición de barbas y odontocetos con la ecolocalización y la tercera, ocurre durante el mioceno medio- tardío, se diversifican grupos actuales de misticetos y odontocetos y desaparecen algunas familias del neoceti. Según Yumiseva (2004) los cetáceos actuales están presentes desde hace 5 millones desde el plioceno. En la siguiente figura se muestra la cronología de tiempo de los arqueocetos:

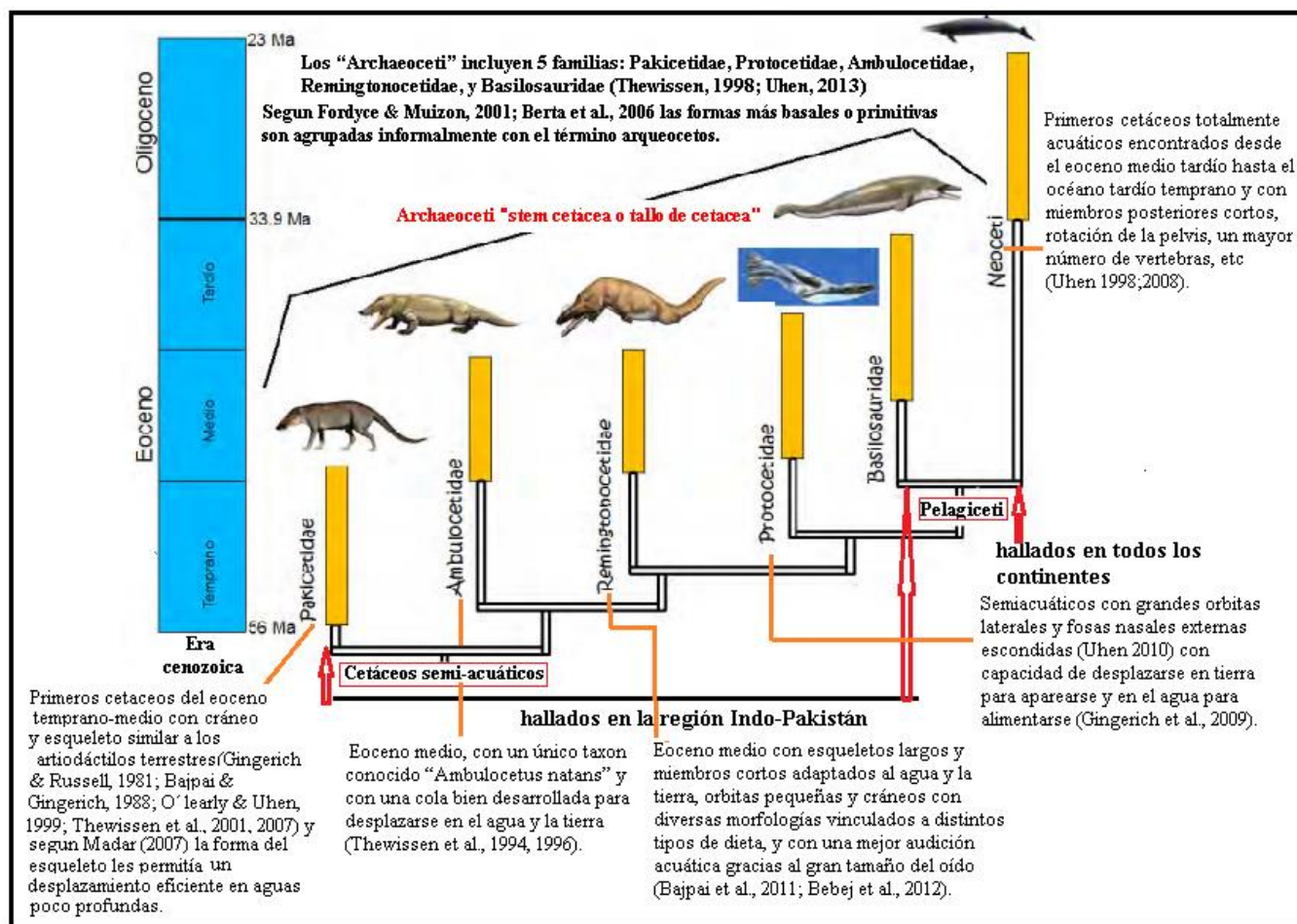


Figura 2. Filogenia esquemática de los stem cetacea o arqueocetos mostrando los biocrones o cronología del tiempo de los distintos grupos. **Fuente:** (Buono, 2013).

El origen de los misticetos representan cambios importante dentro de la evolución de los cetáceos (Deméré et al. 2008) y consigo aparecen las barbas o placas de queratina que cuelgan del paladar para filtrar el alimento que se encuentra en los bajos niveles tróficos como el zooplancton con alto valor energético (Fordyce 1980, 1989, 1992; Werth 2000; Fordyce & Muizon 2001; Berta et al 2006; Slater et al. 2010) y que por el contrario Fitzgerald (2010), llama alimentación por macrofagia o succión. las innovaciones morfológicas del sistema de alimentación incluyen la pérdida de dientes en el estado adulto remplazados por barbas, expansión de la cavidad bucal por el ensanchamiento del rostro, márgenes laterales del maxilar delgados, mandíbulas elásticas y arqueadas (Deméré et al. 2008; Fitzgerald 2010, 2011; Gatesy et al 2013). En la siguiente figura se muestra los cambios físicos de los misticetos:

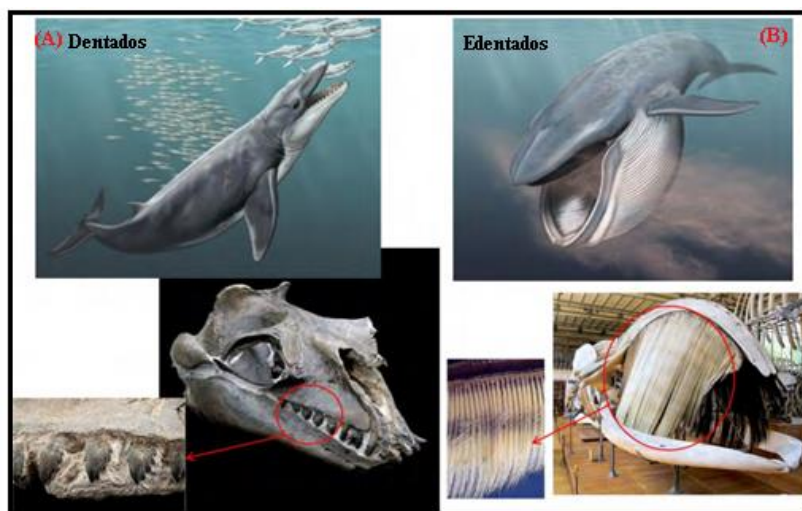


Figura 3. Dibujos esquemáticos de los grupos de misticetos. (A). Misticetos con dientes (todos extintos) y (B). Misticetos con barbas (modernos). **Fuente:** (Buono, 2013).

1.2. Aspectos Claves de la Evolución:

La evolución de los cetáceos estuvo influenciada por los cambios físicos del habitat acuático. Según Hunter 1998; Pagel 2002 Pierce et al. 2009, las innovaciones son novedades evolutivas y suceden cuando aparecen cambios en la estructura física y el comportamiento, para adaptarse a los cambios de su ambiente, aprovechar nuevos recursos disponibles y reducir la competencia.

Para Fordyce & Muizon, 2001, las innovaciones son el aumento de tamaño corporal, la adaptación al buceo y el cambio en los órganos de los sentidos.

El tamaño corporal o gigantismo (pequeño < 5m, grande 5- 12 m, y gigante >12m), puede presentar cambios metabólicos, fisiológicos y ecológicos (Schmidt-Nielsen, 1984; Damuth & MacFadden, 1990). Según Fordyce & Barnes, 1994; Fordyce & Muizon, 2001, los cambios en la fisiológica o tamaño corporal, puede ser una estrategia para afrontar la pérdida de calor en aguas de baja temperatura; los cambios ecológicos para Bianucci et al. 2000; Bisconti, 2003 se asocian por un lado con el desarrollo de estrategias antipredatorias y según Slater et al., 2010 con la adquisición de diferentes estrategias de alimentación.

El desplazarse y permanecer largos períodos de tiempo debajo del agua “capacidad de buceo”, es una innovación evolutiva de los cetáceos, ya que poseen una forma hidrodinámica que facilita la locomoción o desplazamiento de un lado a otro y estabilización durante la natación, aumento de la cantidad de mioglobina, transporte y almacenamiento de oxígeno, el desarrollo de redes vasculares complejas “vasos sanguíneos” y el colapsamiento de los pulmones durante los períodos del buceo (Reidenberg, 2007). Permiten afrontar las condiciones anaeróbicas o sin oxígeno (largos períodos de apnea o bajo el agua) mediante un mayor almacenamiento de oxígeno en el sistema muscular y la amortiguación de los cambios en la presión sanguínea.

Y la innovación en los órganos de los sentidos, constituyen canales de recepción y procesamiento de la información proveniente del medio que los rodea. según Wartzok & Ketten (1999) los sistemas sensoriales están afectados por las características físicas del medio, lo cual influye en la forma en la cual se recibe y se propaga la información. En cuanto a las adaptaciones para la protección mecánica del ojo por causas del aumento de la presión y la disminución de la temperatura, desarrollaron engrosamiento de la esclera y de la córnea, formación de una red

vascular compleja en la parte posterior, músculos extraoculares muy desarrollados y la presencia de grasa periorbital (Walls, 1942; Zhu et al. 2001; Mass & Supin, 2007; Buono et al. 2012).

Según Fleischer, 1976; Ketten, 2000 la innovación en el sistema auditivo en los cetáceos con barbas está especializada en sonidos de baja frecuencia (12Hz a 3 KhZ) que utilizan en la cópula, las migraciones, y la alimentación.

1.3. Historia Cronológica de la Cacería o Cinegética:

En el presente, podrán navegar hacia acontecimientos pasados donde se originaron las primeras cacerías de ballenas en los ecosistemas de biosfera marinos del planeta. si bien para Tønnesen y Johnsen 1982 la caza de ballenas tiene dos caras: la persecución y muerte del cetáceo y el procesamiento de sus cadáveres y según York (2017) eran perseguidos en botes a remo o desde un velero, capturadas por arpones manuales y muertas con lanzas.

En 1849 aparecen los primeros intentos de caza en los océanos antárticos cuando la empresa Enderby de Londres, desarrolla sin éxito un establecimiento llamado Hardwicke en la isla Auckland; las capturas fueron de ballena franca y cachalote, ya que a diferencia de otras especies nadaban lentamente y flotaban al morir. En 1892-93 inicia la explotación comercial de la ballena en la antártica, cuando la flota Dundee, de procedencia escocesa y el ballenero Jasón, al mando del capitán noruego Carl Larsen, se adentraron en el mar de Weddell (Sánchez, 2007). Según Epstein (2008) en la segunda mitad del siglo XVIII, las calles de Londres y Nueva York se iluminaban con el aceite derivado de las ballenas.

A finales del año 1900, se innova la tecnología para capturarlas con el Arpón explosivo disparado desde un cañón montado en la proa de un buque ballenero a vapor (Brown 1976: 25) y que puede alcanzar por encima de los 100 km por hora y fue Svend Foyn un capitán ballenero noruego quien lo invento. En 1903, un marino noruego Adolfo Andresen y un empresario

chileno, Mauricio Braun, organizan un experimento ballenero al instalar el cañón arponero para cazar en el vapor Magallanes de la empresa naviera Braun & Blanchard (Martinic 1973). Esta experiencia en 1904 permite formar la primera empresa que desarrolla la caza moderna de ballenas en Punta Arenas, Chile, la sociedad De Bruyne, Andresen y Cia (Quiroz, 2011). En la primera mitad del siglo XIX, la industria ballenera es una de las más importantes de los Estados Unidos de América, es la nación más ballenera de todas (Dolin 2007) y en la historia de la humanidad la caza comercial es la primera fiebre del aceite (Highman y Neves 2015: 115). En el siglo XX, se amplía la captura de especies como las jorobadas, azules y de aleta de las cuales se extrajo el aceite de su grasa que era usado como combustible de lámparas y lubricante para maquinas, esto fue posible mediante la innovación de un sistema para inyectar aire en los cuerpos de las ballenas arponeadas para evitar que se hundieran. (Sánchez, 2007). Según Clapham 2002; Yablokov 1994; Zemsky et al. 1995; Yablokov et al. 1998 en el siglo XX en los hemisferios sur se casaron cerca de 200.000 individuos y 48.500 de ellas capturadas ilegalmente por la Unión Soviética en aguas antárticas después de la Segunda Guerra Mundial. En el siglo XIX y XX las jorobadas fueron explotadas más intensamente y se cree que un 95% de la población mundial fue asesinada (Johnson & Wolman 1985; Rocha, Clapham e Ivashchenko, 2015). Según Townsend (1935) entre fines del siglo XVIII y gran parte del XIX la población del Pacífico Sudeste fue explotada inicialmente en América tropical desde la Bahía de Panamá al sur y según Chapman (1974) durante el siglo XX principalmente en aguas antárticas, en la denominada Área I (Fig. 39). En los primeros años del siglo XX algunas capturas se realizaron en Ecuador y al sur de Colombia (Clarke, 1962; Aguayo, 1974; Ramírez, 1988). En aguas chilenas fueron cazadas durante el siglo XIX entre 60 y 180 jorobadas, en el siglo XX un total de 336, y cerca de las islas oceánicas de Juan Fernández y Sala y Gómez se casaron entre

1911 y 1927 de 21 a 63 individuos (Townsend, 1935; Martinic, 1977; Aguayo et al. 1998a), además en Chile llegaron a operar seis estaciones costeras y en Perú tres, y un número variable de buques y fabricas flotantes (Aguayo, 1974; Martinic, 1977; Sielfeld, 1983; Clarke, 1992; Aguayo et al. 1998a).

En 1904 nace la compañía argentino-noruega de pesca S.A., y se establece Grytviken la primera estación ballenera en las islas Georgias del sur debido al poder de convencimiento del capitán Carl Larsen en empresarios argentinos de invertir en la actividad ballenera antártica, (Hart 2001; Sánchez 2007). Para 1906-07, la sociedad ballenera de Magallanes, con sede en Chile empezaba a operar en las islas Shetland del sur y se disuelve 10 años más tarde en 1916; utilizaba 9 buques de los cuales 5 eran cazadores a vapor (Almirante Montt, Almirante Valenzuela, Almirante Uribe, Almirante Señoret y Almirante Goñi, tres buques-factoría a vapor (Gobernador Bories (I), Gobernador Bories (II) y Rubens) y un velero (Cornelia Jacoba) usado como pontón, es decir como depósitos de carbón y de aceite (Navarro 1907, Martinic 1972, Braun 1985). Según Risting (1922:329) en esa temporada y de acuerdo a fuentes noruegas, se habrían capturado 203 ballenas en las Shetlands del Sur. La sociedad ballenera de Magallanes nace a partir de la sociedad en comandita De Bruyne, Andresen y Cia, formada a fines de 1904, por los empresarios magallánicos Mauricio Braun, Alejandro Menéndez Behety, Pedro A. de Bruyne y Adolfo Andresen (Martinic 1977: 314; cf. Navarro 1907: 208b).

Para 1912 y 1913 se establecía la factoría noruega Hektor A/S en isla decepción, la cual opero hasta 1931; sus restos a hoy, son parte del sitio y monumento histórico del tratado antártico #71. En aquella temporada operaban en la isla Shetkand, Orcadas y Georgias del sur, 21 barcos balleneros y aparte de los mencionados existían otros 4 establecimientos de faena cazando unos 10.000 ejemplares (Sánchez 2007). Según Harmer (1928) entre 1911 y 1927 al occidente de la

Península Antártica se cazaron 5.551 ejemplares y según Sánchez (2007) A principios de 1920, se dio inicio la caza de ballenas en el mar de Ross y una década más tarde las capturas en la antártica llegaron a 40.000 ejemplares en una jornada. Para el atlántico norte algunos datos históricos registran que en solo dos jornadas se cazaron 2.000 ballenas y en otras 14 jornadas en cada una, cazaron cientos (Reeves & Smith, 2002).

A fines de 1930, treinta flotas balleneras pertenecientes a 5 países operaron en aguas antárticas, debido a los nuevos usos del aceite de ballenas como la fabricación de margarina y jabón, ya que se había perdido el interés por la caza debido al exceso de producción, a la introducción de electricidad y la caída del interés por el aceite que redujo la demanda y el precio en el mercado (Sánchez 2007). La segunda guerra mundial detuvo por un momento la actividad y finalizando el conflicto en 1946 se crea la Comisión ballenera internacional CBI el 2 de diciembre en Washington, para liderar la conservación de las ballenas a través de la regulación de su caza, comercialización e investigación en todo el mundo (Sánchez 2007). Según la Cancillería de Colombia (2018) el 22 de marzo de 2011, Colombia se convierte en miembro, mediante la ley 1348 de 2009 y sentencia C-379 de 2010, con la misión de defender el uso no letal ni extractivo de los cetáceos. La prohibición de la caza no impactó y nace un nuevo uso del aceite como lubricante de turbinas y el consumo de la carne, que países como Japón, llegó a consumir el 50% de su total, razones que renovaron el interés de su captura; el remplazo del aceite por otros productos más convenientes, la reducción de las poblaciones y las medidas de conservación frenaron la industria ballenera y en 1965 era desactivada la última estación ballenera austral, Grytvyken (Sánchez 2007). En 1966 se protegen bajo iniciativa mundial, se estimaba que solo quedaban algunos cientos de ballenas de cada población en el hemisferio sur (Chapman, 1974, Klinowska, 1991). Después de la prohibición por 20 años más, Rusia y Japón

continuaron la caza furtiva. En 1970, Estados Unidos interrumpió la caza comercial de la ballena y prohibió todas las importaciones de productos obtenidos de ellas (zurita 2015). El 19 de febrero de 1982 se celebra el día mundial de las ballenas, debido a la moratoria mundial para la caza comercial e industrial sostenible de cualquier especie de ballena (Brownell et al 1989). Sin embargo, la CBI discute y evalúa en sus reuniones anuales la continuación de dicha moratoria ante la presión de países tradicionalmente balleneros como Japón, Noruega e Islandia.

Caso específico: según Bejder et al. (2019) Las jorobadas del hemisferio sur que migran anualmente 8,500 km desde sus lugares de reproducción en el noroeste de Australia Occidental (WA) a sus áreas de alimentación en el Área de Manejo Antártico IV (fig. 39) que fueron cazadas en la década de 1960, gracias a la moratoria de la caza comercial de ballenas, la población se ha recuperado, con un aumento anual estimado de 8 a 12% entre 2008 y 2012 gracias a un hábitat de reproducción y descanso no perturbado. En las siguientes figuras se muestra la comparación de los buques de caza y sus presas y detalles de jorobadas arponeadas:

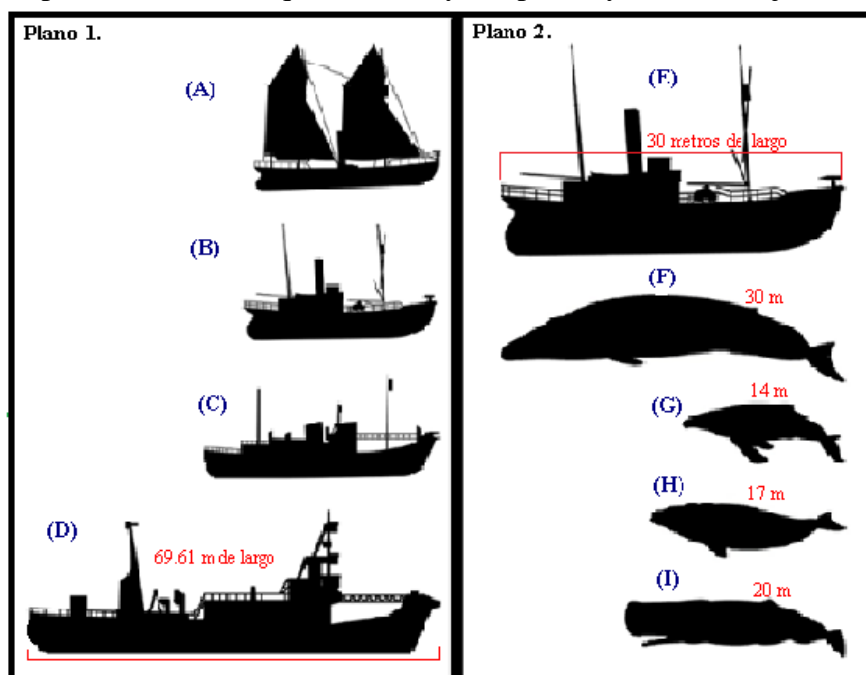


Figura 4. Plano 1. Diagrama comparativo de los buques cazadores a través del tiempo:(A). Spes et Fides, 1864;(B). Almirante Montt, 1905;(C). Seki Maru, 1937;(D). Yushin Mari No3; 2007, actual nave de caza japonesa. Plano 2. Diagrama comparativo del buque y sus presas:(E). Almirante Montt; (F). Ballena Azul;(G). Ballena jorobada;(H). Ballena austral;(I). Cachalote. **Fuente:** (Quiroz, 2018).

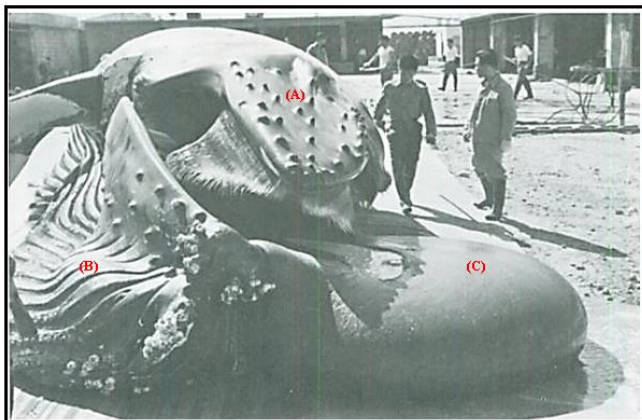


Figura 5. Detalle de la cabeza de una ballena jorobada arponeada en Japón. (A). Perillas o protuberancias carnosas a lo largo de la parte superior de la cabeza y en la mandíbula inferior;(B). ranuras o surcos ventrales anchos;(C). Gran masa de tejido o lengua. **Fuente:** (Leatherwood et al. 1988; foto cortesía de H. Omura y J.G. Mead).

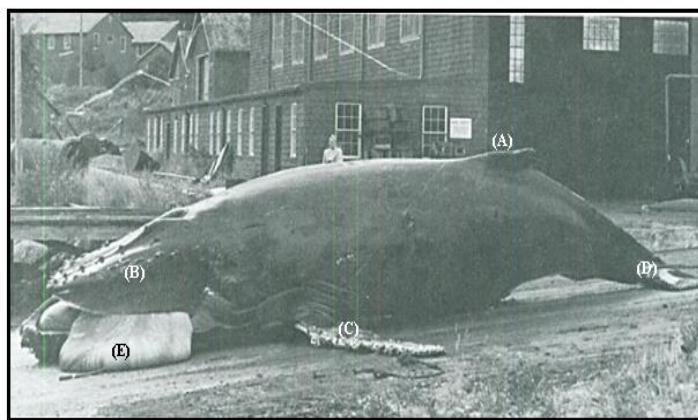


Figura 6. Una ballena jorobada sobre la plataforma de una estación ballenera actualmente cerrada en el occidente de Canadá. (A). Aleta dorsal;(B). protuberancias sobre la superficie de la cabeza;(C). Aleta pectoral larga y con crustáceos adheridos a su borde anterior; (D). Aleta caudal;(E). Lengua. **Fuente:** (Leatherwood et al. 1988; foto G.C. Pike, cortesía de I.A. MacAskie).

1.4. Caza de Subsistencia

Debido a la prohibición actual de la caza comercial en la región del mar caribe, se permite cada año la captura de 3 ejemplares bajo la modalidad, caza de subsistencia o aborigen y es llevada a cabo por comunidades de las Antillas, con pequeños barcos y métodos artesanales (NMFS, 1991). No existe caza de subsistencia en el Pacífico Sudeste, pero para el Pacífico Colombiano se conoce el registro de una jorobada muerta flotando en 1987, con indicios de haber sido arponeada; en julio de 1997 se reportó el consumo de un ballenato enmallado (Capella et al. 2001) y en agosto de 2004 un ballenato varado y consumido (Flórez, Herrera & Ávila com. pers.). En varios países y en el caso de República Dominicana en el pueblo de Samaná, el organismo The Nature Conservancy evitan la caza de ballenas y como un nuevo interés económico promueven el turismo de avistamiento (Tyller & Pollman, 2010).

1.5. Importancia Histórica

Las ballenas en el pasado se consideraron como grandes animales misteriosos y para algunos escritores importantes de la historia, han sido objeto de creación poética. Por un lado, Miguel del Barco Gonzáles, misionero jesuita de México, en una de sus importantes obras de California

1757 “Las ballenas, los más notables peces de uno y otro mar, que dieron motivo a los antiguos cosmógrafos a llamar Punta de Ballenas a la California, y las cuales hoy día dan su nombre a un canal en el golfo y una ensenada en el mar del Sur, por las muchas que frecuentan ambos parajes”. Por otro, Bartolomé Anglicus hacia ese mismo siglo en De Propetatibus Rerum escribe: “En este pez la materia terra tiene más dominio que la acuosa, y por lo tanto pronto crece y engorda y cuando crecen hierbas, árboles pequeños y arbustos y por eso este gran pez parece una isla” refiriéndose a los parásitos que viven en la piel de las ballenas (Barco y Beltrán, 1984).

Las ballenas fueron una fuente de inspiración para los viajeros y un punto de referencia para guiarse y el interés de las culturas antiguas se ve plasmado en pinturas rupestres, alfarería y monedas. Las pinturas rupestres de Rodday, en Rogoland Noruega del Neolítico, también las plasman (Beltrán, 1984). En la isla griega de Creta se encuentran dibujos de ballenas en monedas y alfarería, con una antigüedad de 2000 años antes de Cristo. Existen ilustraciones medievales en dónde se representan peces teleosteos, como se ven en un bestiario del siglo XVI o en la ilustración persa, de la misma antigüedad, que representa la leyenda bíblica de Jonás, en el momento en que la ballena lo regurgita (Beltrán, 1984).

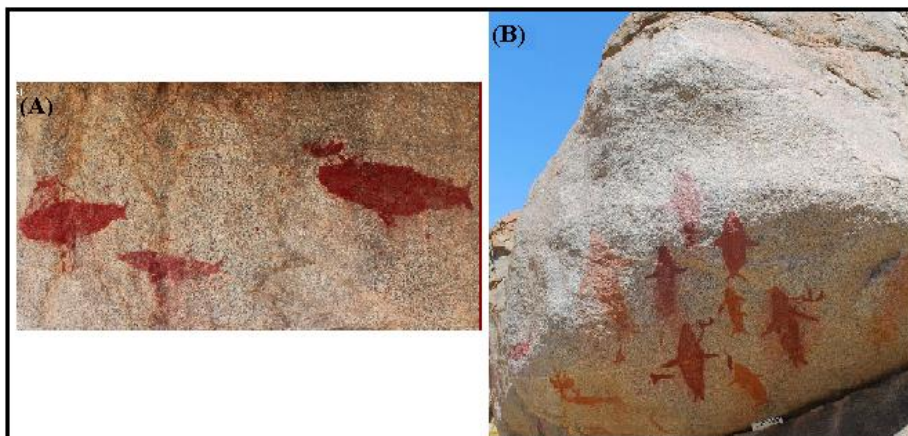


Figura 7. Históricas pinturas rupestres que representan la caza de ballenas hace 1.500 años en el barranco de Izcuña, desierto de Atacama del Médano ubicado al sur de Antofagasta en el sector de Papos en Chile. (A). Caza de ballenas;(B). Caza con balsas y armas como arpones improvisados contruidos a partir de varas de madera de tres metros con puntas de flechas desmontables, que se remontan a hace 7.000 años dende la acción de la caza está fuertemente representada y es una parte esencial de la economía de la sociedad chilena. **Fuente:** (Ballester, 2018).

1.6. Lista Roja y Estado de Preocupación

Actualmente, la jorobada dentro del inventario sobre el estado de conservación de las especies de la Unión Mundial Para la Naturaleza (IUCN) está catalogada en estado de menor preocupación LC, lo cual indica que el riesgo de extinguirse es mínimo, ya que las jorobadas son abundantes y de amplia distribución, sin embargo, la exposición al hombre y a los cambios del ambiente generan un riesgo de extinción.

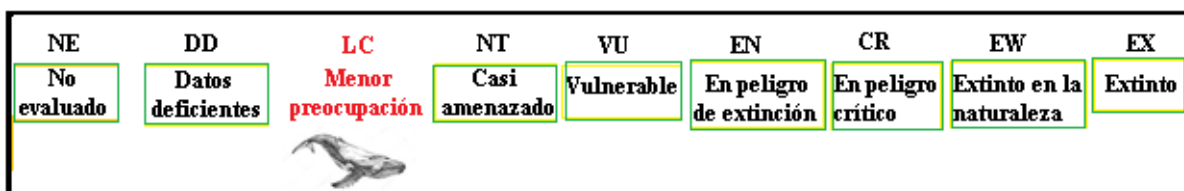


Figura 8. Categorías de la lista roja UICN.

A nivel internacional la conservación, el uso y manejo sostenible de las ballenas está regido por la Comisión Ballenera Internacional (CBI) y la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Flórez et al. 2007). Según el CITES (2017) la jorobada, se ubica en el Apéndice I que incluye a todas las especies en peligro de extinción que son o pueden estar afectadas por el comercio. Según Silva (2012) Su caza está prohibida, pero todavía en algunos países se les considera una especie en peligro de extinción.

Por ejemplo, la población de jorobadas de Oceanía que abarca las que invernan en las islas del Pacífico Sur, todavía está clasificada como "en peligro" (Childerhouse et al. 2008) debido a su pequeño tamaño y baja tasa de recuperación (Constantine et al. 2012 ; Jackson et al. 2015). En comparación con otras regiones de reproducción del mundo, Oceanía abarca una gran cantidad de hábitat potencial de reproducción (Valsecchi, Corkeron, Galli, Sherwin y Bertorelle 2010) Cubre miles de islas y arrecifes que hacen posible la vida de estas. (Bortolotto et al., 2017 ; Cartwright et al. 2012 ; Derville, Torres, Iovan , & Garrigue, 2018 ; Lindsay et al. 2016 ; Rasmussen et al. 2007 ; Smith et al. 2012 ; Trudelle et al. 2016).

1.7. Amenazas Antrópicas

La jorobada al ser una especie costera, se encuentra afectada por factores antropogénicos, tales como las interacciones con pesquerías, enmallamientos accidentales en redes de pesca, colisiones con barcos, acoso y persecución de embarcaciones turística, degradación del hábitat, contaminación biológica (aguas de lastre descargadas por los barcos) y química (derrame de combustible), ruidos fuertes y competencia con los humanos por recursos, son efectos que el hombre provoca en estas sobre su hábitat (National Marine Fisheries Service, 1991; Corkeron 1995, Capella et al. 2001, Laist et al. 2001, Van Waerebeek et al. 2007, Van Bresseem et al. 2009Perry et al., 1999, CPPS/PNUMA, 2007, 2011).

Casos de colisiones entre barcos y ballenas comenzaron a parecer, tan pronto evoluciono la tecnología de los barcos de vapor (Allen, 1916; Schmitt, 1976, 1979; Gales et al. 2003). Según Laist y cols., (2001) eran poco frecuentes pero comunes y en algunos casos podrían constituir problemas de conservación. Laist et al. (2001) y Bejder et al. (2019) afirman que son afectadas con más frecuencia por las colisiones de embarcaciones y que la mayoría de afectados son crías o juveniles, lo cual por una parte puede estar relacionado con la mayor proporción de tiempo que pasan las crías en superficie en comparación con los adultos que se encuentran alimentándose en profundidad y por otra con una habilidad adquirida por los adultos con la edad para evitar las colisiones; las lesiones pueden ser por una parte, producidas por hélices, con heridas profundas externas y cortes severos de la aleta caudal, y por otra, traumas contusos con fracturas de cráneo, vértebras y graves hemorragias en ocasiones en ausencia de lesiones externas. Así que, las parejas madre-cría se consideran las más sensibles dentro de una población. Wiley y cols. (1994)

describieron que el 30% de las jorobadas varadas examinadas con detalle a lo largo de la costa atlántica de Estados Unidos entre 1985 y 1992 mostraron lesiones causadas por colisiones.

Las jorobadas tienen la capacidad de percibir el entorno y se orientan utilizando el sentido acústico, por lo cual los sonidos debajo del agua (motores de barcos, botes, aeronaves, equipos submarinos, ondas expansivas de explosiones o procesos industriales subacuáticos como exploración y explotación de gas y petróleo) podrían perturbarlas y cambiar el comportamiento de buceo, provocando hundimiento y por ende causar enfermedades de descompresión, sangrados en el cerebro y desarrollo de lesiones en el tejido de órganos, aumento de la velocidad de movimiento que se pueden relacionar con amenazas o advertencias biológicas y disminución de la respiración de las madres, comportamiento bocal que puede aumentar el volumen de sus llamadas como un intento por superar este alto sonido, desplazamiento, en la alimentación ahuyentando a sus presas, reproducción y reducción en el tiempo de descanso, de lactancia y energía de madre y cría, además se puede dar en rangos de exposición de 3 a 4 km desde un barco; aunque estuvieran expuestas por décadas al ruido de embarcaciones, no hay indicios de que las madres y crías en reposo se habitúen al este, e incluso los adultos que son menos sensibles (Bauer et al. 1993, Maybaum, 1993; Corkeron 1995, Richardson 1995, National Research Council Ocean Studies Board, 2000; Bedjer & Samuels 2003, Lusseau 2003; Scheidat et al. 2004; Flórez et al. 2007; Scheidat 2004; Correa Gaitán, 2014; Rolland et al. 2012; Fernández et al. 2015; Sonic sea, 2015; Malme, 1993; Sonicsea, 2015; Bejder et al. 2019). Wursig & Evans (2001) afirman que existen algunos registros de lesiones en los oídos, halladas muertas cerca de áreas con niveles altos de ruido industrial. La contaminación acústica se considera un importante contribuyente a la degradación del hábitat en el medio marino (Tyack, PL., 2008 & Richardson, WJ, Greene, CRJ, Malme, CI y Thomson, DH., 1995). Además, el

tráfico de barcos en las zonas de observación, es otro de los peligros que afrontan (Tyack, 1989) (Peter L. Tyack) y según Beach y Weinrich, 1989; Tyack, 1989, pueden causar cambios en el comportamiento y alterar el uso del hábitat. La CBI desde el 2005, creó un Comité de trabajo especialmente para tratar el tema de las colisiones con barcos y según Jensen & Silber (2004) la amenaza aumenta a medida que se incrementan el tráfico marítimo, el tonelaje y la velocidad de las embarcaciones.

Capella et al. (2001) afirman que en Colombia cerca del 20% de los registros de mortalidad e impacto no letal en jorobadas se debe a colisiones con embarcaciones. Según Bejder et al. (2019) la industria naviera global en las últimas décadas, ha mantenido una expansión y crecimiento continuo en números, tamaños y rutas geográficas, lo cual provoca un aumento aparente en los ataques con barcos a ballenas, siendo una de las principales preocupaciones de conservación para las poblaciones de estas en todo el mundo; por ejemplo, en la costa oeste de Estados Unidos no es posible la recuperación de las poblaciones por dicho motivo.

Según Bejder et al. (2019) una reducción en la velocidad de la embarcación disminuye las tasas de encuentro de jorobadas y las fuerzas de impacto en una colisión y además reduce los niveles de ruido del barco. Además, las alteraciones en el comportamiento Según Corkeron 1995; Bejder et al. 1999; Heckel et al. 2001; Failla et al. 2004; Scheidat et al. 2004; Morete et al. 2007a; Pavez et al. 2011; Lundquist et al. 2013; Vermeulen et al. 2012; Ávila et al. 2015, comienzan cuando una embarcación se acerca a 300 metros. Según Schilling y colaboradores (1989) cuando una embarcación se encuentra a una distancia menor a los 100 metros, las ballenas aumentan el número de coletazos, aletazos y muestran soplos más fuertes y disminuyen del tiempo del ciclo respiración-inmersión.

En el pacífico colombiano según Investigaciones de Capella et al. (2001) mostraron que desde el año 1996 son claras las consecuencias en las poblaciones de jorobadas por el flujo de embarcaciones, ya que los enmalles y embestidas han mostrado una tendencia a aumentar, en donde el 93% de las ballenas encontradas muertas mostraron signos de influencia antrópica, siendo 66% a enmalles, 20% a embestida de embarcaciones, 7% a intento de caza y tan solo el 7% correspondió a muerte natural. Para Green & Green (1990) en Hawaii encontraron que, al retirarse las embarcaciones, la especie muestra cambios en su comportamiento como disminución en el tiempo en superficie, inmersiones más largas, y cambio en la dirección y reducción de la velocidad de natación.

Nishimurra y Clark, 1993 afirman que Existen también señales acústicas que los terremotos o temblores en regiones oceánicas generan, a las que se denomina Fase T y esta emite energía por debajo de 100Hz con mayor energía entre 10-30Hz, por lo cual las ballenas aumentan la amplitud de la comunicación al cantar para mantener la orientación y superar estas frecuencias.

Después de conocer los riesgos que las jorobadas frecuentan por el tráfico de embarcaciones, se considera hablar de los problemas causados por el enredo con artes de pesca, que han sido identificados como una amenaza antropogénica que enfrentan (Read et al. 2006); artes de pesca como, redes de enmalle, líneas largas y líneas de pote / trampa, (Baird et al. 2002, Johnson et al. 2005, Read et al. 2006, Song et al. 2010, Benjamins et al. 2012) puede llevar a consecuencias graves tanto para los individuos como para las poblaciones.

A nivel individual el enredo puede causar, deterioro del comportamiento (Kot et al. 2009), interrupciones en el presupuesto de energía (van derHoop et al. 2014), aumento en las hormonas inducidas por el estrés que podría causar un debilitamiento del sistema inmunológico (Hunt et al. 2006, Rolland et al. 2017), mayor probabilidad de ataques de depredadores (Mazzuca et al. 1998,

Moore et al. 2013), lesiones e infecciones (Knowlton & Kraus 2001, Cassoff et al. 2011, Moore et al. 2013), y emaciación o pérdida de peso y ahogamiento (Cassoff et al. 2011, Moore & van der Hoop 2012). A nivel poblacional el enredo puede aumentar la muerte general (Volgenau et al. 1995, Robbins et al. 2015) y disminuir las tasas de reclutamiento, dada una mayor incidencia de enredo juvenil (Lien 1994, Mazzuca et al. 1998, Robbins 2011, Knowlton et al. 2012).

En Perú, Ecuador y Colombia los registros de capturas accidentales de jorobadas en redes pesca han aumentado (Majluf & Reyes, 1989; Felix et al., 1997; Capella et al., 2001; Alava et al. en prensa). según DeMaster et al., 2001 las pesquerías con su enorme poder extractivo de biomasa a niveles no sostenibles, van a constituir en las próximas décadas impactos considerables sobre las poblaciones de mamíferos marinos.

En la siguiente figura se aprecian daños físicos a jorobadas por artes de pesca, en aguas del pacífico colombiano, con pérdida de la aleta caudal:



Figura 9. Mutilación de la extremidad inferior “aleta caudal o cola” de una ballena jorobada en Colombia, durante su paso por Nuquí en el departamento del Choco, a causa de un enredo con red de pesca. **Fuente:** (Fundación Macuáticos Colombia, 2018).

Capítulo Dos: Clasificación Taxonómica de las Ballenas Jorobadas

la taxonomía es la base de una rama de la ciencia biológica (de taxis = ordenación y nomos = ley) término creado por el botánico Augustin Pyrame De Candolle a comienzos del siglo pasado (1813); las bases de su sistema de clasificación fueron creadas por el naturalista botánico sueco

Carolus Linnaeus (Linneo 1751), quien habló del sistema natural a mediados del siglo XVIII, al aprovechar trabajos de varios predecesores, como el botánico Toumefort (1685) y el zoólogo John Ray (1705). Según Alvarado (1990) el método Linneano se ocupa de nombrar en orden de importancia a los seres vivos “plantas y animales” y de asignar una categoría científica a cada uno, por ejemplo, fue el primero en asignar al ser humano el nombre científico “Homo sapiens” e incluirlo entre los primates; la sencillez y practicidad del método hace que aun exista.

2.1. Esquema Jerárquico

1. Género y Especie: *Megaptera novaeangliae*, (Borowski 1781):

Según, Hershkovitz 1966, Kellogg 1932, Leatherwood y Reeves 1983, Rice 1998, Tomilin, 1967, Watson 1985, Winn y Reichley 1985, el nombre *Megaptera novaeangliae* posee algunas Sinonimias o existencia de más de un nombre científico que no se usan: *Megaptera nodosa* (Bonaterre 1789). *Megaptera longimana* (Gray 1846), *Megaptera lalandii* (Gray 1864), *Megaptera gigas* (Cope 1865), *Megaptera bellicosa* (Cope 1871) y Kellogg (1932), fue quien propuso el cambio de nombres para el uso de *M. novaeangliae*, en lugar del nombre *M. novaeangliae*, Bastida y Rodríguez (2003), Clapham y Mead (1999), Hershkovitz (1966 a), Perry et al. (1999), Rice (1998), Ridgway y Harrison (1985).

2. Género-*Megaptera* (Gray, 1864): El género *Megaptera*, viene de la raíz griega *me* que significa grande, y *pteron* que quiere decir ala o aleta “Grandes aletas”. Según Clapham & Mead (1999) una o más especies forman la categoría superior Género y las jorobadas son la única especie de su género, es decir son monoespecíficas, que contienen una única especie conocida en el caso *Megaptera*; si fuesen poliespecíficas podrían dividirse en varias especies.

3. Especie-*Megaptera novaeangliae* (borowski 1781): hace referencia a Nueva Inglaterra, lugar donde se describió en un principio, por los avistamientos frecuentes en esa zona. Fue Ernst

Mayr, quien definió el concepto de especie como un grupo (o población) natural de individuos que pueden cruzarse entre sí, pero que están aislados reproductivamente de otros grupos afines. Fue descrita por primera vez en el año 1781 por el científico Germano, Georg Heinrich Borowski, razón por la que se encuentra citada como (Borowski 1781). El origen de las especies data de algunas hipótesis y para comenzar se considera que los geólogos son los que prepararon el camino para la teoría de la evolución, en especial James Hutton (1726-1797) y desarrollado más ampliamente por Charles Lyell, al proponer una teoría denominada “actualismo” procesos semejantes a los actuales, mediante el cual la tierra se ha venido formando mediante procesos lentos con una larga historia y graduales que producen cambios; Contrario a Linneo, fundador de las ideas "fijistas" quien la denominó como una entidad invariable e inmutable, es decir los seres vivos surgieron de un acto creador y por lo tanto no son fruto de la evolución; diferente a las anteriores teorías, Lamarck de la creador teoría de la evolución biológica “el transformismo” en su "Filosofía Zoológica" (1809), afirmó que los seres vivos actuales proceden por evolución y a través de cambios, es decir que todas las especies descienden de otras especies; Rudolf Virchow 1858, padre de la patología moderna, coincide con Lamarck, manifestando en su teoría celular “Todo ser vivo proviene de otro vivo”; Grant 1826 coincide que las especies descienden de otras especies y que se perfeccionan en el curso de la modificación; sumándose el naturalista escocés, Mr. Patrik Mathew en 1831 en su trabajo sobre "Naval Timber and Arboriculture" Madera naval y arboricultura; Una nueva hipótesis nace de Darwin "El origen de las Especies " (1859), mediante la cual ampliaba y desarrollaba con su idea de la selección natural “Seleccionismo” resaltando que no hay evolución sin haber un cambio ambiental. las especies se adaptan a su medio ambiente y estas presentan cambios al adaptarse al mismo y solo sobreviven los individuos más fuertes pasando sus características genéticas a sus descendencias; Mientras que el

genetista ruso Dobansky Theodosius, expreso la creencia de que “La vida se originó como resultado de ciertos sucesos naturales, calificando al origen de nuevas formas de vida como misterio de los misterios" llamándola teoría de la evolución química.

4. Familia-Balaenopteridae. (Gray, 1864): Uno o más géneros forman la familia y son llamadas Rorcuales; esta categoría fue añadida posteriormente, por J. Ib. Klein en 1751. Según Lambertsen et al. (1995) son filtradores activos o engullidores, es decir que rápidamente capturan grandes volúmenes de agua con las presas, que luego es expulsada por el cierre de la boca, quedando las presas atrapadas en las barbas. Entre las especializaciones vinculadas con este método de alimentación se encuentran la rotación y dislocación de las mandíbulas con rostro muy arqueado, el desarrollo de pliegues longitudinales en la superficie ventral de la cabeza, numerosas barbas largas, lengua, labios y boca grandes y desarrollados y ausencia de una articulación en los huesos temporales y de la mandíbula (Lambertsen et al. 1995; Lambertsen & Hintz, 2004; Werth, 2004; Bouetel, 2005). **5.Subfamilia-Megapteriinae. (Gray, 1864):** los grupos más complejos están subdivididos en varios más en categorías intermedias como en este caso la subfamilia.

6.Orden-Cetácea (Brisson, 1762): Son carnívoros, mamíferos totalmente acuáticos. Según Nowak (1991) los cetáceos, del latín Cetus que significa ballena, proviene del griego Ketos o monstruo marino, son un grupo al que pertenecen ballenas, delfines y marsopas presentes en todos los océanos del mundo. los cetáceos son el grupo dominante de mamíferos acuáticos, tanto en términos de distribución geográfica y de diversidad taxonómica y ecológica (Buono 2013).

7. Suborden-Mysticeti (Gray, 1864): Cetáceos con barbas, placas corneas en la boca en lugar de dientes (Arnason, Gullberg, Gretasdottir, Ursing & Janke, 2000). se divide en dos subórdenes: Odontoceti, con individuos que poseen dientes como la orca, y Mysticeti, individuos

con barbas que capturan a sus presas mediante filtración activa o engullición (“engulfment”), pasiva (“skimming”) y la succión (Bouetel, 2005). Según Kubli (2003) existen diez ballenas (mysticeti) en el mundo: la jorobada *Megaptera novaeangliae*, Enana *Neobalaena marginata*, Groenlandia *Balaena mysticetus*, Franca *Eubalaena glacialis*, Fin *Balaenoptera physalus*, Sei *Balaenoptera borealis*, Bryde *Balaenoptera edeni*, Minke *Balaenoptera acutorostrata*, Azul *Balaenoptera musculus* y Gris *Eschrichtius robustus*.

8. Superclase-Amniota (Haeckel, 1866): vertebrados tetrápodos que poseen cuatro extremidades como anfibios mamíferos reptiles y aves. **9. Clase-Mammalia (Linnaeus, 1758):** cetáceos sin pelo debido a su adaptación al medio acuático excepto en los sirénidos o elefantes marinos, con escaso pelaje; producen leche mediante glándulas mamarias en las hembras y con capacidad de generar calor internamente (MacDonald, 2001; Grzimek et al. 2003; Villa y Cervantes, 2003). **10. Subclase-Theria (Parker y Haswell, 1897):** El embrión se desarrolla en el interior del útero materno. **11. Infraclasse-Eutheria (Huxley, 1880):** mamíferos placentarios con largo periodo de gestación. Claude Lévi-Strauss (1962) reconoció que “las especies animales y vegetales no son conocidas sólo porque son útiles, sino que se declaran útiles o interesantes porque primero se los conoce” a través de la historia en muchas culturas se observó la similitud de los cetáceos con los humanos que biólogos ahora reconocen al clasificarnos juntos como mamíferos placentados.

12. Phylum-Chordata-cordados (Haeckel, 1874 y Bateson, 1885): caracterizado por la presencia de un notocordio o cuerda dorsal en alguna etapa de su ciclo de vida, es precursor de la columna vertebral y se desplaza por ella durante su desarrollo (Barrington, 1965; Florkin & Scheer, 1974; Gans & Bell, 2001). **13.Subphylum: Vertebrata-vertebrados (Cuvier, 1812):** poseen columna vertebral como, mamíferos reptiles. aves y peces (Kirkaldy, 1895; Parker &

Haswell, 1987; Nelson, 2006).**14. Reino: Animalia o animal (Linnaeus, 1758):** Todos los animales de la tierra.

2.2. Morfología: forma o estructura de la Ballena jorobada y funciones específicas

En el presente se apreciarán las características de la forma externa e interna de la jorobada, como su gran tamaño, color, forma y funciones de sus órganos, que las hace un mamífero de gran importancia para el desarrollo natural de los ecosistemas marinos del mundo. Son silvestres porque sin ayuda del hombre se han adaptado en su totalidad al medio acuático y dependen de él, para alimentarse, reproducirse y desarrollarse como especie. En la siguiente figura se muestran las partes externas de la jorobada:

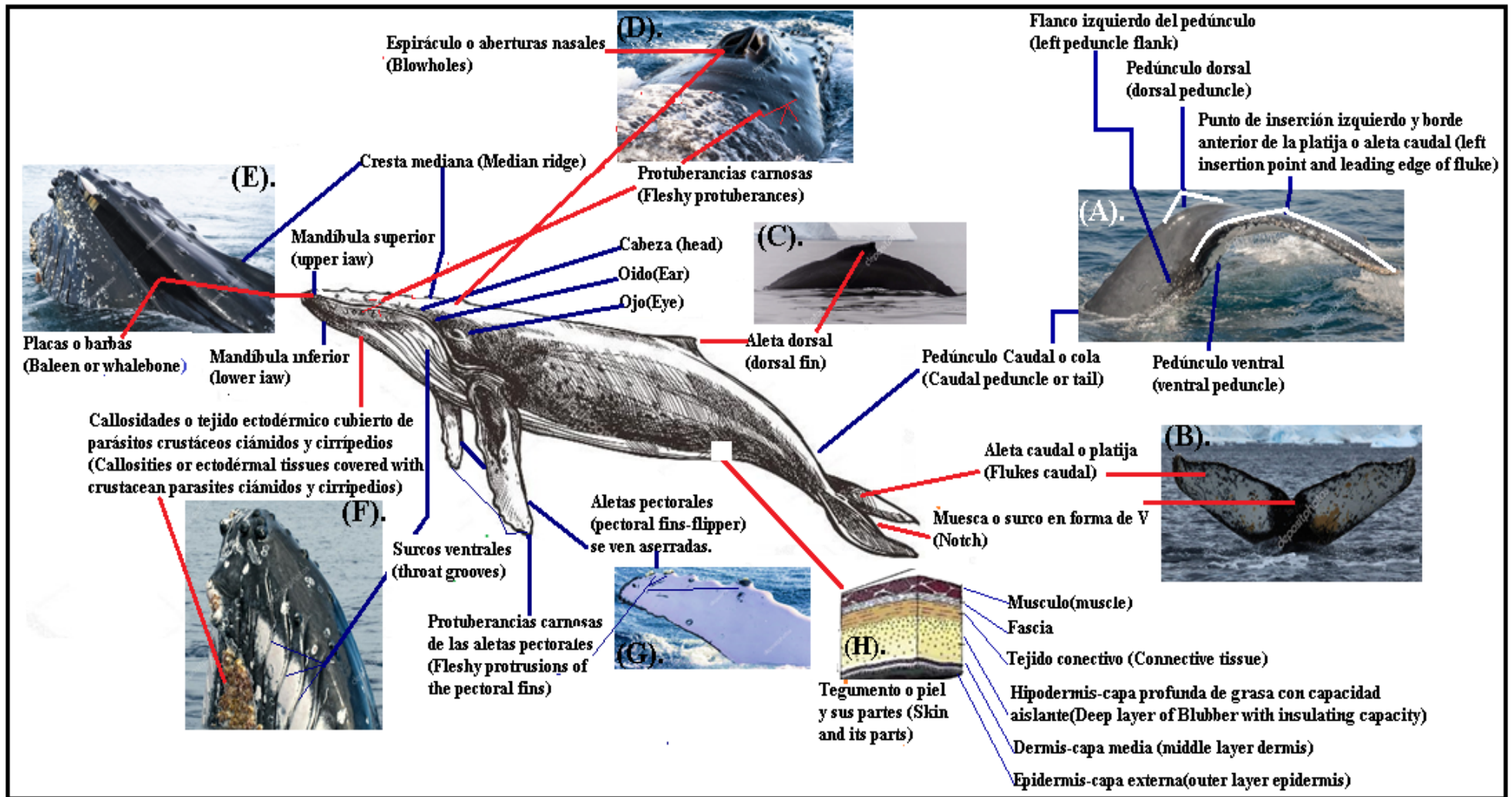


Figura 10. Partes externas de la ballena jorobada. (A). Pedúnculo caudal o cola. (B). Aleta caudal. (C). Aleta dorsal. (D). Espiráculo. (E). Placas o barbas. (F). Callosidad o tejido ectodérmico cubierto de parásitos. (G). Aletas pectorales. **Fuente:** (<https://sp.depositphotos.com/>) y (H). Tegumento o piel. **Fuente:** (Manual de observación de ballenas del Ecuador). Diagramado: Elaboración propia.

2.2.1. Características de las Aletas:

El nombre científico *Megaptera novaeangliae* que significa alas grandes de nueva Inglaterra se debe a las largas aletas pectorales de casi un tercio de la longitud de su cuerpo y sirven para identificar individuos gracias a las protuberancias en su borde (Leatherwood et al. 1988). según Winn y Reichley (1985); Claphan y Mead (1999), son planas y en adultos alcanzan cerca de 5 metros. Los cetáceos las usan como ventanas térmicas para disipar su calor corporal y presentan grandes venas superficiales que transportan sangre caliente a la superficie de la piel donde puede ser enfriada por el agua ambiental (Arbelo, 2007). Para Yumiseva (2004), la aleta caudal o cola al sumergirse forma una “S” y hace que los lóbulos sean visibles y empleados en foto identificación de individuos, además los bordes de los lóbulos son aserrados o semejantes a una sierra, mientras que los lóbulos de los demás cetáceos como las orcas, defines ballena azul etc., son lisos y según Jefferson et al. (1994), todos los cetáceos poseen una aleta caudal. Y la aleta dorsal según Leatherwood et al. (1988), se encuentra más cerca de la cola que de la cabeza y cuando la ballena está sumergida se puede ver debido a la joroba o curvatura del lomo, razón por la que recibe su nombre común. Para Tomilin (1957) la coloración puede ser igual a la del dorso o más clara y según Jefferson et al. (1994) es una prolongación cartilaginosa como las que se hayan por ejemplo en el oído externo y el tabique nasal del ser humano

2.2.2. Características de la Piel o Tegumento:

La epidermis, piel o tegumento de textura lisa, está formada por tres estratos o capas de células epiteliales que ayudan a proteger los órganos y son el estrato basal, espinoso y lúcido mientras que en mamíferos terrestres como el humano se presenta 5 estratos; la dermis está formada por dos regiones de tejido conectivo, una dermis papilar o superficial y otra reticular o profunda, la hipodermis presenta un gran número de células adiposas que forman el tejido graso

el cual esta vascularizada o con gran cantidad de vasos sanguíneos y pequeñas ramificaciones arteriales las cuales sufren un proceso de vasoconstricción cuando la grasa necesita actuar como capa aislante y pueden también dilatarse cuando requieran disipar el calor corporal y eliminar en su hábitad (Arbelo, 2007). Según Winn & Reichley, (1985); Arbelo (2007), el grosor de la capa de grasa fluctúa entre los 14 y 19 cm, dependiendo de la edad, el sexo, variaciones individuales y estacionales. La diferencia en la piel de una jorobada o mamífero acuático a uno terrestre son la ausencia de folículos pilosos o productores de pelo, glándulas sebáceas o productoras de sebo para lubricar la piel y glándulas sudoríparas o productoras de sudor. La coloración de las jorobadas va de gris bien azulado a casi negro en contraste con el color blanco de su parte ventral, garganta y costados (Lillies, 1915) pero también puede tener manchas blancas en la cabeza, detrás de los ojos y el torso (Tomilin, 1957) y en casos específicos ser totalmente blancas como en el único caso de la ballena jorobada blanca en Australia que Según el White Whale Research Center, su hipopigmentación puede ser el resultado de sus genes, pero los científicos no están seguros de si es en realidad, un verdadero espécimen albino o un animal leucístico.

2.2.3. Características de la Cabeza y Zona Ventral

Poseen un cuerpo alargado e hidrodinámico, es decir robusto que se estrecha en la parte de atrás o aleta dorsal, lo cual les permite ser buenos nadadores además no tienen un cuello visiblemente diferenciado y su cráneo es telescópico (Miller, 1923). La longitud de la cabeza es casi un tercio de la longitud total del cuerpo vista de perfil es delgada y dorsalmente es ancha y redonda (Tomilin, 1957). El espiráculo o abertura nasal situado en la parte superior de la cabeza, no tiene una función olfativa sino solo de respiración, es decir se abre y cierra solamente para tomar aire antes de las inmersiones para luego expulsar al salir a la superficie; posee ojos pequeños; orificios auditivos que no poseen pabellones o agujeros y sin embargo cuentan con

una excelente capacidad auditiva (Jefferson et al. 1994). Presenta una serie de protuberancias carnosas o folículos pilosos similares a una verruga y cada una con un pelo que sirve de sensor (Capella & Flórez, 1999). Según Herman & Antinoja (1977); Leatherwood & Reeves (1983); Winn & Reichley (1985); Kaufman & Forestell (2003), pueden permanecer bajo el agua de 3 a 45 minutos, respirando a intervalos de al menos 10 a 30 segundos y usualmente las inmersiones son de 60 metros de profundidad pero pueden sumergirse hasta 300 metros y desplazarse a una velocidad promedio de 12.9 km/h; cuando salen a respirar el soplo producto de la respiración es amplio y según Reynolds (2005) exhalan una columna de agua que puede estar entre 3 y 5 metros de altura y la inhalación equivale a ocho del ser humano. en lugar de dientes poseen barbas o baleen que tienen algunos de los mamíferos más grandes de todos los tiempos (Goldbogen et al. 2007) estas tienen una longitud aproximada de 80 cm de largo a cada lado del maxilar que les permite filtrar el agua para obtener alimento y poseen entre 200 y 400 barbas (Leatherwood et al. 1988; Winn & Reichley 1985) y son una especie de cerdas negras, grisáceas o de color oliva que resultan ser una protuberancia de la boca, las cuales tienen la apariencia de dientes que filtran el alimento mediante un sistema de filtro de flujo continuo de agua que entra por la boca y sale por el baleen (Campbell 2007; Oram 2007; Werth 2004; Simon et al. 2009). Poseen numerosos pliegues gulares o surcos en el vientre (Reeves et al 2009; Fleming y Jackson 2011) y poseen entre 14 a 35 surcos entre el extremo de la mandíbula y el ombligo (Winn & Reichley, 1985), son en forma de acordeón, los cuales inician desde la comisura de la boca y al momento de alimentarse se distienden o aflojan lo que necesitan (Carwardine, 1995).

2.2.4. Características del Tamaño y la Gestación:

Herman & Antinoja (1977); Baker et al. (1987); Flórez (1989); Ávila (2000, 2006) han clasificado a las jorobadas según su tamaño que al igual que el peso varía según el área

geográfica: Una cría o ballenato-neonato, es un individuo pequeño cuyo tamaño máximo posee una longitud aproximada de 4.5 a 7 metros y equivale a la mitad de la longitud de un animal adulto; Un juvenil o subadulto, mide entre 7.1 y 11.9 metros de largo; Y un adulto se aproxima mide entre los 12 y 18 metros de largo. En cuanto a su biología reproductiva la pubertad se da entre los 2 y 4 años de edad y en donde machos y hembras se calcula que llegan a una madurez sexual cuando alcanzan los 11 a 12 metros de largo, además se cree que los machos inician la actividad reproductiva más tarde que las hembras, (Leatherwood et al. 1988; Chittleborough 1958; Claphan & mayo 1987, 1992). El peso en la edad adulta se estima es de 25 a 30 toneladas y cuando nacen las crías pesan entre 1 a 2 toneladas (Leatherwood et al. 1988; Matthews, 1937; Nishiwaki, 1959) y pueden alcanzar un máximo de 53 toneladas (Semarnat, 2010). Según Tomilin (1967), las hembras son más grandes que los machos, es decir presentan dimorfismo sexual y según Leatherwood et al. (1988); Winn & Reichley (1985), en su etapa adulta son de 1 a 1.5 metros más grandes.

Al igual que el humano la jorobada hembra es vivípara, es decir las cría se desarrolla dentro de su vientre y cada dos o tres años da a luz a una sola, aunque se conoce que algunas hembras han tenido crías durante años consecutivos relacionado con la pérdida de la cría (Chittleborough, 1958; Claphan & Mayo 1987, 1996). Se conocen casos particulares donde la hembra puede quedar preñada después del parto, proceso llamado estro o celo postparto, así en la misma temporada puede haber preñez y lactancia (Leatherwood et al. 1983; Glockner & Ferrari 1984; Winn & Reichley 1985; Nat. Mar. Fish. Ser., 1991; Watson 1985, citados en Ladrón, 1995). El periodo de gestación dura de 10 a 12 meses, la lactancia y el cuidado parental materno entre 10 y 11 meses (Chittleborough, 1955, 1958, 1959; Leatherwood & Reeves 1983; Claphan & mayo 1987). Según Mattila et al. (1989) la leche de la jorobada tiene un alto contenido lipídico y

proteínico, lo cual permite que la cría durante sus primeros meses acumule una capa de grasa para soportar la migración a zonas de alimentación; la grasa de la leche es del 50% comparado con la leche humana que solo contiene un 3%. Para Reynolds (2005), las tetadas son breves pero frecuentes gracias a los fuertes músculos mamatorios que tienen la capacidad de lanzar chorros de leche que reducen el esfuerzo del ballenato a la hora de mamar. El desdete se da en promedio a los 6 meses de edad (Leatherwood et al. 1988). La temporada de reproducción se da durante un periodo de 4 a 5 meses (Kaufman & Forestell, 2003) aunque la reproducción puede darse durante la migración (Clapham, 1996). Se puede reconocer a una hembra lactante por la aleta dorsal ya que en dicha etapa no asoman la caudal (Medrano et al. 2000). Se desconoce la tasa de mortalidad debido a la inmensidad del océano donde pueden morir (NMFS, 1991; Clapham, 2000). La jorobada no son nadadoras rápidas su velocidad al desplazarse es de 1.4 a 4.2 km/h, aunque se conoce que podrían alcanzar hasta 23,3 km/h durante cortos periodos (Noad & Cato 2007).

En la siguiente figura se muestran las partes internas y algunos datos importantes de la jorobada:

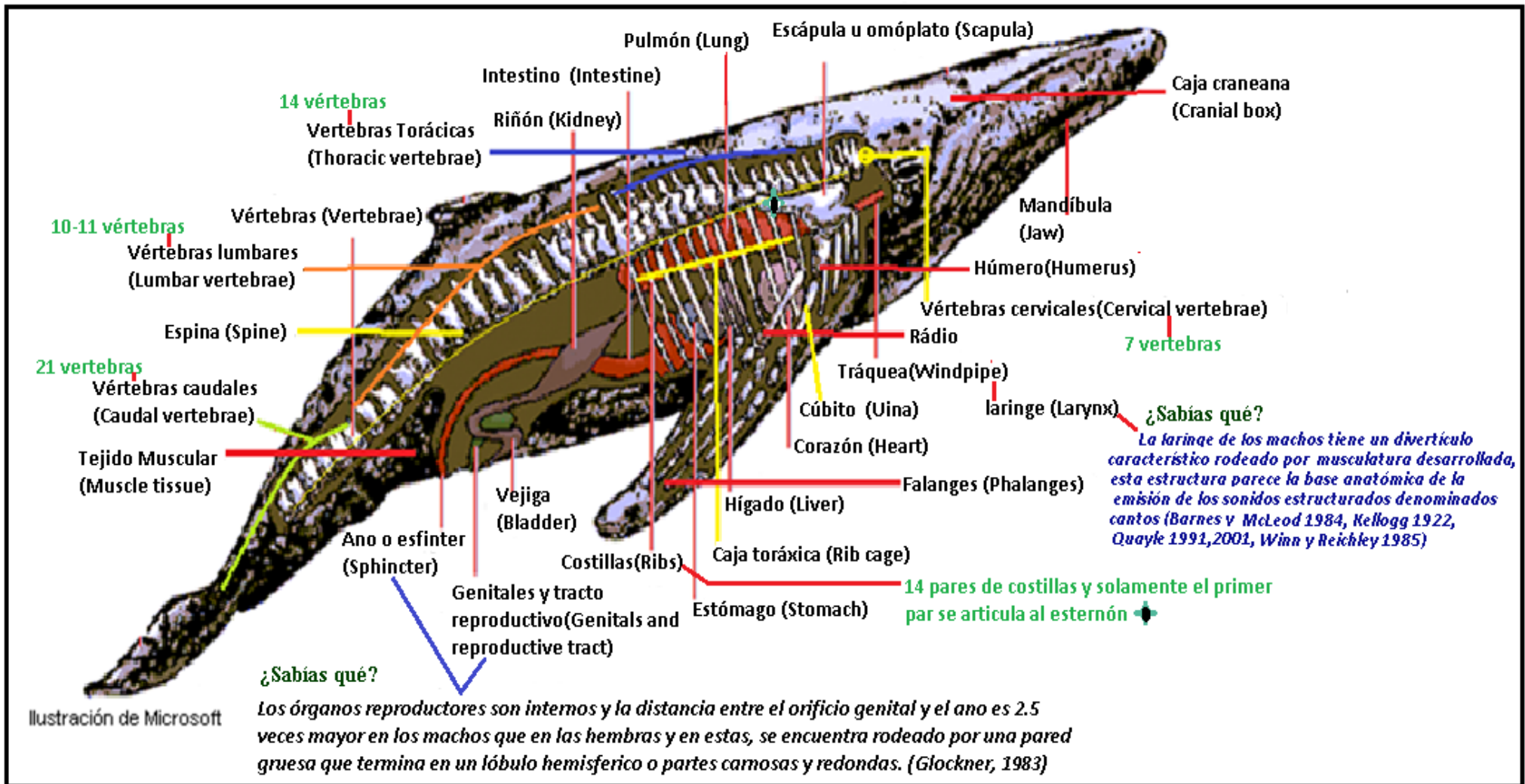


Figura 11. Partes internas de la ballena jorobada. Fuente: (Ilustración de Microsoft). Diagramado: Elaboración propia.

2.2.5. Características Internas:

Los cetáceos tienen un sistema nervioso bien desarrollado y puede compararse con el de diversos mamíferos terrestres como el hombre, por lo que es muy probable que sientan el dolor de la agonía, además el cerebro de la jorobada puede pesar entre 5 y 7.5 kg, los pulmones se aproximan en 650 kg y los ovarios y testículos de adultos un peso de 3 y 4 kg (Flórez y Capella, 1999). Según Zurita, (2015) el peso del corazón es de cerca de 350 Lb y está dividido en cuatro cámaras o cavidades llamadas aurículas y ventrículos, al igual que en el ser humano. La frecuencia cardiaca según Levine (1997) determina el promedio de vida de una especie, es decir los animales pequeños que manejan frecuencias cardiacas rápidas viven poco tiempo, como el caso de una drosófila o mosca pequeña de la fruta con 1.000 latidos por minuto, mientras que animales grandes como la jorobada con promedio 7+3 latidos por minuto que son más lentos, viven mucho más (Álvarez, Farbiarz & Plazas 2000) al igual que en el ser humano con 60 a 100 latidos por minuto (Aguilar et al. 2001). Según Reynolds (2005) la frecuencia cardiaca de las jorobadas en la superficie disminuye a medida que entra a la inmersión y aumenta la profundidad, en la superficie es de 8 a 12 contracciones por minuto c.p.m y durante la inmersión se aproxima de 4 c.p.m. Tienen una longevidad de vida aproximada de 60 años (Chittleborough 1958, 1965; Leatherwood & Reeves 1983; Clapham & Mead 1999; Kaufman & Forestell 2003). Se conoce que ahorran gran cantidad de O_2 pero no en sus pulmones a diferencia de otros mamíferos sino en su sangre rica en hemoglobina y oxihemoglobina, mioglobina en los músculos, en los líquidos orgánicos y en el agua de los tejidos (Reynolds, 2005). Poseen una alta tolerancia al dióxido de carbono CO_2 para realizar inmersiones unas dos o tres veces más largas que otros mamíferos que usan oxígeno para respirar (Carwardine, 1995).

2.2.6. Características del Sistema Óseo

El rígido hueso de los cetáceos, está compuesto de colágeno, hidroxiapatita de calcio y agua con el fin de soportar músculos y tejidos (Currey, 2002). Según Campbell 2007a diferencia de los huesos de otros mamíferos, los de las jorobadas son únicos porque no muestran un cambio entre el hueso esponjoso “poroso” y cortical “compacto”, sino que muestran una variación de masa creciente hacia la superficie externa del hueso; puede que la densidad ósea o masa creciente aumente para garantizar que haya suficiente tejido óseo para soportar el peso (Lanyon, 1984). Posee dos mandíbulas edéntulas o sin dientes compuestas por un solo elemento óseo, el dentario, razón por la que no mastican sino pasan entero (Field et al. 2010). El extremo posterior de la mandíbula es el sitio de unión de varios músculos que deprimen y levantan las mandíbulas, abriendo y cerrando la boca. Estos incluyen el masetero, el depresor mandibular y los músculos temporales (Schulte, 1916; Lambertsen, 1983; Lambertsen et al. 1995).

Entre los vertebrados, las ballenas son únicas, ya que poseen enormes reservas de petróleo en sus tejidos blandos y huesos. Dichas reservas de "biocombustible" han sido utilizadas desde la prehistoria por el hombre (Higgs et al. 2010). Según Smith (1992-2006) los cadáveres que llegan al fondo del mar, son lugares importantes para la diversidad biológica, los alimentos que proporcionan equivalen a 2000 años de detritus (resultado de la descomposición). Esa gran cantidad de alimentos atrae rápidamente a los carroñeros y oportunistas que se alimentan de la abundante materia orgánica lábil o poco estable; puede durar 2 años la eliminación de los tejidos blandos, luego los esqueletos expuestos y descompuestos por bacterias, pueden alimentar a comunidades de fauna del fondo marino durante varias décadas, como por ejemplo los moluscos bivalvos especializados, los gusanos de tubo vestimentíferos, el gusano sipunculan

Phascolosoma saprophagicum se alimenta de los lípidos en los huesos y fauna quimiosintética y los esqueletos son una fuente primaria de energía para estas comunidades.

La composición esquelética de la ballena consta de lípido o grasas, amarillo; proteína, verde; agua, azul; ceniza, gris. La cantidad de aceite es diferente en algunos huesos. Dichos lípidos se encuentran en la mandíbula inferior con mayor cantidad y en las vértebras lumbares su contenido desciende en las vértebras caudales, la columna vertebral, costillas, vértebras cervicales, vertebras torácicas (Kharkof, 1940). Los intentos por cuantificar las enormes reservas de biocombustibles en los huesos de las jorobadas, las realizó Thor Heyerdahl EF 1932 en las estaciones de caza de ballenas en el océano austral, midiendo la composición; y Feltmann et al. (1948), desarrollaron un análisis más detallado del contenido de aceite. Los dos enfoques más sistemáticos para medir la composición de los esqueletos son proporcionados por Watanabe & Suzuki en 1950 y Kharkof J. en 1940, trabajando a bordo de las naves industriales de fábrica.

Heyerdahl (1932) observó por primera vez vértebras manchadas de sangre que contenían niveles más bajos de aceite y lo atribuyeron a la perforación del hueso durante el arpón. Feltmann et al. (1948) señaló que esta tinción de sangre era en realidad médula ósea roja (tejido en el interior de los huesos), sitios de producción de células sanguíneas en mamíferos y esta determinaba el contenido de aceite de los huesos. Por el contrario, esos huesos rellenos de médula grasa amarilla fueron los que tenían un alto contenido de aceite. Ohe (1950), mostró que la distribución de la médula ósea roja coincidía exactamente con aquellas partes del esqueleto que tenían un bajo contenido de aceite. En las ballenas jóvenes, las vértebras caudales contienen médula roja, pero esto se reemplaza gradualmente por la médula amarilla a medida que la ballena envejece, comenzando en las vértebras caudales y progresando cranealmente, reflejada por los datos de Honda K. 1984. Las ballenas jóvenes contienen médula ósea roja que madura conforme

es adulta convirtiéndose en medula amarilla grasa. Las adultas contienen huesos con la mayor cantidad de grasa posible, pudiendo ser las más vulnerables para cazar.

Se conoce, que las hembras preñadas son mucho más gordas que las estériles o lactantes (Tomlin, 1967) un hecho demostrado de forma cuantitativa por (Lockyer, 1986) gran parte de los rendimientos de petróleo provienen de ellas. Según Wiffen et al. (1995) los plesiosauridos tenían una estructura ósea similar a la de las ballenas modernas y para Kaim et al. (2008) pudieron tener un contenido de lípidos suficientemente alto para alimentar una fauna sulfofílica. Estudios de Smith C. & Baco A., 2003, observaron que los esqueletos juveniles parecían descomponerse mucho más rápidamente que los de las ballenas adultas, liberando depósitos de lípidos con relativa rapidez. Los gusanos *Osedax* desempeñaron un papel importante en la degradación de las canales juveniles (Brady 2007) su rápida degradación también puede explicarse por su bajo contenido de petróleo.

Los huesos de ballena pueden usarse como combustible al cortarlos para liberar el aceite o quemarlos directamente (Heizer, 1963). Para Volkmer, (2008) la utilidad del petróleo de los huesos también se ha propuesto para dar cuenta de la masacre de estos animales.

2.3. Patrón de Pigmentación y Métodos de Identificación

En 1915 por primera vez Lillie, registra la variación en la coloración de la aleta caudal de las jorobadas, pero desconocía si las marcas eran individuales y permanentes. En 1960 Schevill y Backus notaron marcas distintivas de las caudales y en 1964 Rice descubre marcas de color en la parte ventral de la aleta caudal, que van de totalmente blancas a totalmente negras con cicatrices, líneas, manchas y hendiduras que, en conjunto con su borde, forma y tamaño de la hendidura central, son características que diferencian a los individuos (Katona & Whitehead, 1981).

Según Katona et al., (1979) mediante la comparación de fotografías de las caudales se extrae información de los movimientos y duración en un área específica. La técnica se llama foto-identificación o foto-marcado y consiste en el reconocer al individuo de un determinado ejemplar a través de fotografías. Según Katona y Whitehead (1981) este método permite reconocer individuos diferentes a partir de sus marcas naturales, constituidas por la coloración, presencia de cicatrices, muescas, mutilaciones y callosidades en alguna parte del cuerpo. Todas estas características en conjunto forman un patrón único o marca en cada individuo, similar a una huella digital humana. Würsing y Jefferson, 1990; Wells, 2002 afirman que estos estudios permiten estimar la abundancia, determinar los destinos migratorios y la tasa de reproducción. De igual forma la comparación de patrones de coloración y la presencia de marcas en el cuerpo, puede ser útil en la diferenciación de stocks de cetáceos (IWC, 1990) por ejemplo, los ejemplares del Pacífico norte poseen aletas caudales de coloración preferentemente negra u oscuras, mientras que los individuos del hemisferio sur una coloración principalmente blanca más claras y los ejemplares del Atlántico norte una coloración intermedia a las áreas mencionadas (Rosenbaum et al.1995; Aguayo-Lobo et al. 1998; Pike, 1953; Allen et al. 1994).

La jorobada posee una variada pigmentación en el vientre de su cuerpo, que va del blanco al negro en distintas proporciones. Es común observar cuando realiza buceo profundo que arquee el dorso y termine con la exposición de la aleta caudal, lo cual permite fotografiarla con facilidad (Katona y Whitehead, 1981; Clapham y Mead, 1999). No solo la variación de la superficie ventral de la aleta caudal es utilizada como foto- identificación, también lo es la aleta dorsal, según la forma y presencia de cicatrices a lo largo de su dorso (Katona et al. 1979-1981; Chu y Nieukirk 1988; Blackmer et al. 2000). Según Blackmer 2000; Carlson y mayo 1990, la coloración de la aleta caudal de las crías no son una característica confiable para la

identificación, ya que presentan variación a lo largo del tiempo; por ejemplo en los años 1978 a 1986 Carlson y colaboradores dentro del Golfo de Maine, realizaron una investigación basada en la técnica de la foto identificación y estudiaron los cambios en los patrones de pigmentación de la aleta caudal en la jorobada, obteniendo como resultados que menos del 5% de la población cambia esos patrones y ocurren en el primer año de vida de las crías (Carlson et al. 1990).

Para la identificación de las jorobadas en base a la aleta dorsal, se considera la forma de la aleta que puede ser triangular, falcada o cuadrangular. Para la identificación de los ejemplares utilizando la aleta caudal se consideran los patrones de coloración de la superficie ventral de la aleta, en la forma y aserraciones del borde, y en manchas y cicatrices que pudieran presentar los individuos en su aleta caudal. En la siguiente figura se aprecia un ejemplo:

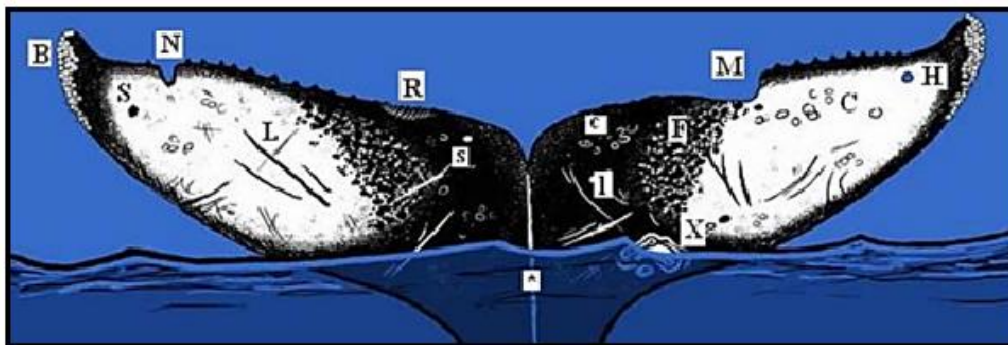


Figura 12. Marcas de identificación en la aleta caudal de la ballena jorobada. (C) Círculos con centro blanco. (c) Círculos con centro negro. (F) Pigmentos moteados. (H) Orificio. (L) Líneas negras. (I) Líneas blancas. (M) pedazo ausente de la aleta. (N) Muesca. (R) Cicatriz causada por depredadores. (S) Círculos negros. (s) círculos blancos. (X) señal distintiva. (*). Sector de la aleta bajo el agua. (B) Epibiontes.
Fuente: (Haro, 2009 de Jorge Ruiz Troemel).

Según Hammond (2010) la densidad (tamaño de los grupos en cierta unidad de espacio) y la abundancia (cantidad de organismos) son los parámetros esenciales en la conservación de las poblaciones biológicas. la densidad y la abundancia se estiman utilizando métodos de muestreo a distancia a través de diseños de transectos de líneas o técnica de observación y registro de dato en todo el mundo (Buckland et al. al. 2001, Thomas et al. 2002; Calambokidis & Barlow 2004, Zerbini et al. 2004, Andriolo et al. 2006, 2010, Secchi et al. 2011, Johnston et al. 2012). Para

Martín y Bateson (1990) el método utilizado para la toma de los datos de elementos del comportamiento es de continuos recording o grabación continua, en el que se toma la hora exacta y los datos del comportamiento que pueden tener o no los grupos de ballenas que se encuentran frente a los botes observadores de ballenas. Según Félix (1996) para realizar las observaciones se toma en cuenta el acercamiento, tiempo de observación, distancia de observación. EL sexo de los individuos según González (2011), se puede identificar a partir de análisis molecular realizado mediante muestras de piel colectadas en campo (Biopsia). Para Medrano et al. (1994) este se identifica a partir de caracteres conductuales y realizando un análisis de las bitácoras de campo, utilizando dos criterios diferentes, uno, hembras por la presencia de crías y dos, machos por presentar conducta de cantores.

2.4. Parásitos:

La palabra parásito del griego que significa, sentado al lado del alimento es la interacción biológica o unión a otro ser vivo u hospedador de diferente especie y de mayor tamaño con la intención de alimentarse-comensalismo. Poulin (1996) afirma que por una parte poseen una gran variabilidad, tamaño desde organismos microscópicos hasta macroscópicos, su localización, el desarrollo en órganos diversos, las diversas formas de reproducción y por otra las variadas migraciones fuera y dentro de un organismo con el fin de mantener la especie. Para Lambertsen (1986) su localización se diferencia en ectoparásitos externos y endoparásitos internos y pueden llegar a causar la muerte de su huésped.

Según Ayala (1999), el proceso de la evolución del parasitismo consiste en la transformación de unos organismos en otros y según Schopf (1975) los de mejor variación genética son los que se han ido adaptando para sobrevivir en un determinado ambiente. Algunos autores como Mcinnes (1976), Nee y Maynard (1990), consideran que los parásitos dependen de características

génicas de sus hospedadores para vivir, es decir que estos adquieren información similar a la de sus hospedadores, lo que les convierte en mejores parásitos, evadiendo la defensa contra organismos invasores. La jorobada sirve de huésped para diversos tipos de organismos endoparásitos, ectoparásitos y epibiontes “sésil”, este último se adhieren a su piel y viven encima de este. los paracitos pueden tener efectos negativos en esta, debilitándola, esto debido a los complejos mecanismos de orientación y adaptación que las diferencian de los animales terrestres (Gibson et al. 1998) Según Colón-Llavina et al. 2009, Measures, 2001; Raga et al. 2002; Zylber et al. 2002, puede causar enfermedad y hasta la muerte; aunque algunas especies pueden convertirse en factores importantes de varamiento y, por lo tanto, indirectamente, provocar mortalidad (Raga et al. 2002). A continuación, se aprecian tipos de parásitos en jorobadas:

2.4.1. Endoparásito Género *Crassicauda*

Son nematodos, nematelmintos, parásitos pulmonares o animales diminutos del género *Crassicauda* que representan el más grave problema para las jorobadas; se desconoce la tasa de mortalidad ocasionada por ellos (Lambertsen 1986, Raga et al. 2009). Estos se encuentran con mayor frecuencia dentro de estas, pueden ser altamente patogénicos y pueden hallarse en grandes números (Gibson et al. 1998). Pueden encontrarse en órganos urogenitales, placenta, glándula mamaria, senos craneales, pulmones, musculatura (Gibson et al. 1998; Raga et al. 2002) y bajo la capa de grasa sub cutánea o de la piel (Gibson et al. 1998). En los senos craneales, en especial en los senos aéreos se asocia con varamiento y muerte, donde causa inflamación de la mucosa, sinusitis purulenta y osteítis, impidiendo el adecuado funcionamiento de la ecolocalización (Dailey y Stroud, 1978; Dailey, 2001). Según Stroud y Roffe 1979; Araki et al. 1994 sí existen infecciones bacterianas secundarias, la presencia de estos parásitos se considera causa de muerte. En la glándula mamaria, Conlogue et al. (1985) afirma que se pueden observar huevos en la

leche de las hembras infectadas; en infecciones severas ocurre fibrosis de los conductos lactíferos, dificultándose la expulsión de leche, reduciendo la producción por la presencia de parásitos, huevos, debris o pus de tejidos y células inflamatorias. Para Dailey y Stroud (1978) algunas veces ocurre una mastitis supurativa. En la musculatura y grasa sub cutánea, es posible encontrar gusanos enrollados dentro de lesiones con forma de cráter rodeadas por una capa de grasa parcialmente saponificada (como un Jabón) y calcificada (acumulación de calcio en la grasa haciendo que esta se endurezca) (Dailey y Stroud, 1978; Araki et al. 1994). Según Gibson et al (1998) en las necropsias es común se obtengan sólo fragmentos de *Crassicauda* spp. Debido al mecanismo de adhesión que dificulta su identificación, razón por la que pueden ser especies más comunes que lo descrito. Además, provocan lesiones por erosión o desgaste en el tejido óseo y son los únicos parásitos asociados a la misma (Gibson et al. 1998; Pascual et al. 2000).

Lambertsen (1992) describió infestaciones por *Crassicauda boopis* en jorobadas observando una vasculitis crónica en riñón que podía llegar a producir una oclusión de venas y posterior fallo renal. Según Dailey (1985) es frecuente la presencia de parásitos libres en las vías urinarias de los cetáceos, apareciendo la luz parcial o totalmente obstruida. Los animales más gravemente afectados son las crías y los juveniles, por lo que las infestaciones por dicho parásito podrían tener impacto sobre las poblaciones de estas especies.

El estudio de los parásitos en las jorobadas, permite dentro de un área específica comprender de una manera eficiente, la dinámica de sus poblaciones, el estado biológico “salud”, rutas migratorias y alimentación (Balbuena et al. 1995, Mackenzie 2002). En la siguiente figura se muestra una representación fotográfica del Endoparásito pulmonar *Crassicauda* SSP:

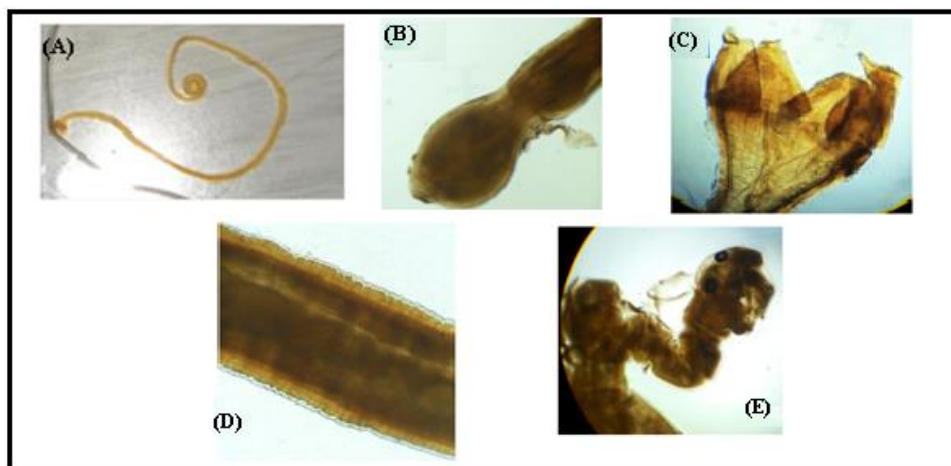


Figura 13. Endoparásito *Crassicauda* sp, visto a través de un microscopio. (A). Extremo posterior espiral de un macho de 6 cm de longitud. (B). Estructura globosa posterior de 1mm de diámetro. (C). Extremo anterior de la figura B. (D). Zona intermedia, se distingue la cutícula anillada. (E). Cola.
Fuente: (Dournac, 2011).

2.4.2. Ectoparásito *Cyamus Boopis* (Lütken, 1870) o Piojos

Los ectoparásitos (comensal que viven en la superficie de la ballena), son hematófagos, es decir se alimentan de sangre o células dérmicas, las cuales realizan todo su ciclo de vida en el cuerpo de la jorobada (nace, crece, reproduce y muere) debido a que son capaces de nadar. Los más comunes son los ciámidos o piojo de ballenas de nombre vulgar (Winn & Reichley 1985) o los *Cyamus boopis* de nombre científico, publicado en 1870 por Christian Frederik Lütken, zoólogo de Dinamarca; son pequeños crustáceos que se alimentan de la piel de la jorobada implantándose en lugares protegidos o en estructuras que les permiten mantenerse unidos a ellas. Son artrópodos (Gould, 1989) o invertebrados de cuerpo segmentado, partes articuladas y compuestos por un impermeable exoesqueleto de quitina que les sirve para evitar la desecación; son el grupo más numeroso de organismos de todo el planeta según los entomólogos quienes los estudian, con cerca de 900.000 especies solo para los identificados y entre ellos los más conocidos son el piojo, la garrapata, los ácaros y mosquitos, que dependen de la sangre de su huésped para vivir (Erwin, 1982; Cortinas, 2006).

Según Ávila et al. (2011) el *C. boopis* se encuentra en regiones polares y tropicales y Clapham 2000, Fertl et al. 2009, Raga et al. 2009; Scheffer 1939, afirma que es normal encontrarlos cerca de la abertura genital y que pueden afectar su desempeño normal, herir y por ende vulnerabilidad a otros problemas de salud, pero al parecer no representan una amenaza para su supervivencia.

Se conoce que el mecanismo de transmisión del *C. boopis*, se realiza mediante la ingestión de la larva liberada por la orina de la madre o por vía transplacentaria (Raga et al. 2002) además por medio del contacto directo ya sea en la reproducción o rose. El tamaño es de 3,5 y 7.9 mm de longitud (probóscide o rostro hasta el pleón o abdomen) y de 1-3,75mm de anchura (Ávila et al 2011). Poseen una metamorfosis incompleta durante su desarrollo, con un crecimiento a intervalos de 3 fases huevo, ninfa y adulto, presenta solo una serie de mudas, nacen ya con forma similar al adulto y es transparente antes de la primera comida. En la siguiente figura se muestra la forma de piojo de la ballena y un caso de infestación cutánea:

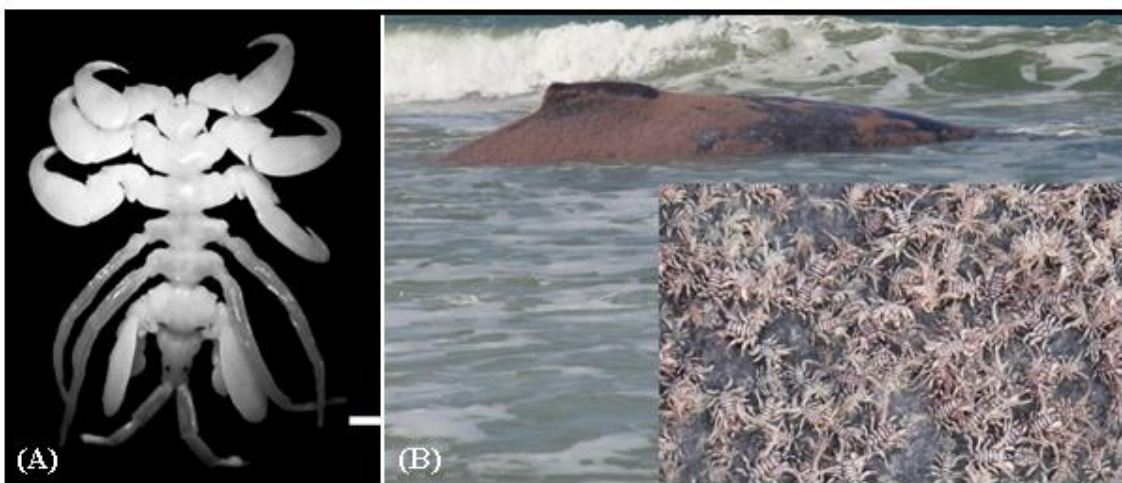


Figura 14. Piojo *Cyamus boopis* en ballena jorobada. (A). Macho recolectado de un ballenato de jorobada del Parque Natural Gorgona, **Fuente:** (Ávila, Cuellar & Cantera, 2011); (B). Jorobada varada en la costa brasilera con infección cutánea de piojos en el 60% de la epidermis apreciada como una mancha de color marrón, **Fuente:** (Groch et al. 2018)

2.4.3. Parásito Balano *Coronula diadema* Diadema de la Coronilla (Linnaeus, 1767)

Son epibiontes del género *Coronula*, que viven fijos toda su vida enraizados en la piel gracias a que las jorobadas no son nadadoras rápidas y no es posible desprenderlos sin cortar dicha carne (Corchón et al. 2008; Noad y Cato, 2007), la utilizan como sustrato para instalarse y alimentarse del plancton y se conoce que los ciámidos o piojos se encuentran cerca de la base de ellos, además son conocidos como crustáceos balanos o Cirrípedos (Clarke 1966, Rowntree 1996, Fertl & Newman 2009) y también como bellotas de mar (Álvarez 2010). Su nombre se debe a que llevan un gran número de cirros en sus patas, que les sirven para agitar el agua y atrapar partículas para alimentarse (Vallejo, & Ramírez, 2009) es posible encontrarlos en varias especies de ballenas barbadas (Newman & Ross 1976). Las primeras descripciones de cirrípedos o crustáceos son las realizadas por Carl Linnaeus en la 12ª edición 1767 de su *Systema Naturae*, Leach, 1817 y Jhon Edward Gray, 1825 y hasta 1830 fueron reconocidos como crustáceos (Richmond, 2007) y Charles Darwin fue quien construyó el conocimiento investigativo de los cirrípedos en un periodo de 8 años entre 1851 y 1854 (Curelovich & Calcagno 2014). Según Álvarez (2010) los epibiontes aportan datos de tipo paleoclimático, es decir del pasado del clima donde vivieron. según Bianucci et al. (2006) los registros fósiles, proveen información para los estudios paleobiogeográficos como el pasado de la distribución geográfica de las jorobadas en el mar y paleoecológicos como el pasado de las relaciones ecológicas entre estas y su ecosistema.

Los balanos pueden crecer en partes del cuerpo que afectan el movimiento de las jorobadas (Clarke 1966, Rowntree 1996, Fertl & Newman 2009) pero estas parecen intentar deshacerse de estos, mediante los saltos de vientre, de cola y de giro (Whitehead 1985; Ávila 2000) dicho comportamiento puede asociar a la limpieza de los mismos (Tyack & Whitehead 1983, Whitehead 1985, Félix et al. 2006). Estos también aumentan el peso que las ballenas deben

mover, según Slijper (1962) registró un individuo llevando 450kg de balanos en su cuerpo. Es posible que la presencia de balanos en las aleta dorsal y caudal podría ser usada como un arma para defenderse del ataque de orcas, como un escudo de querrá, reduciendo los riesgos de causar heridas en ellas (Ford & Reeves 2008) además durante la competencia intrasexual es decir entre machos podría beneficiarlos al ser usados como un arma (Pierotti et al. 1985).

Dyer (1989) sugiere que el balano podría ayudar a la jorobada a ecolocalizar sus presas debido a las propiedades acústicas que podría tener su exoesqueleto en forma de hexágono, muy posible los sonidos los emiten los chasquidos cuando se alimentan del plancton. Tienen un diámetro en la base de 4.94 cm y una altura desde la base hasta el opérculo de 2.99 cm (Ávila et al. 2011). En la siguiente figura se muestra la estructura física:

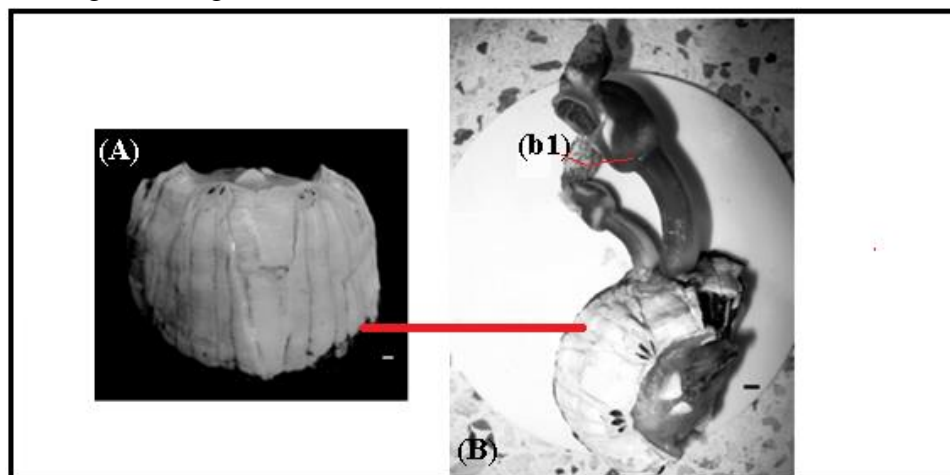


Figura 15. *Coronula diadema*. Especímenes recolectados de un ballenato de jorobada del Parque Natural Gorgona. (A). Ejemplar adulto. (B). *Coronula* con dos *Conchoderma auritum* creciendo sobre él (b1). **Fuente:** (Ávila, Cuellar & Cantera, 2011).

2.4.4. *Conchoderma Auritum* (Linnaeus,1767).

Es un crustáceo percebe, es decir en forma de un pedúnculo carnoso alargado sin placas calcáreas, de consistencia compacta y pesada, de textura lisa, coloración purpura oscuro a marrón (Vallejo, & Ramírez, 2009). Según Scheffer (1939) posee nombres vulgares como balano orejas de conejo o flores de ballena. No puede fijarse directamente sobre la piel de la jorobada

(Nilsson-Cantell 1930) por tal razón, necesita una superficie dura para su asentamiento y para ello utiliza las conchas de *Coronula diadema* que son en forma de barril para enraizarse y de por vida ser su comensal (Angot 1951; Cornwall 1927). Sus longitudes oscilaron entre 0.44 y 4.15 cm (desde la base del pedúnculo hasta el final de la abertura del capitulum o cabeza). En la siguiente figura se aprecia a una jorobada con presencia de parásitos:



Figura 16. Ballena jorobada varada en la playa de Katwijk en Holanda y con presencia de parásitos. (A). *Conchoderma auritum*. (B). *Coronula diadema*. (C). *Cyamus boopis*.
Fuente: (Holthuis & Fransen, 2004, foto de Martijn de Jonge).

2.4.5. *Coronula Reginae* (Darwin, 1854).

Está relacionado con *C. diadema* y se han encontrado ejemplares cerca de las aletas de la cola en juvenil de jorobada en Holanda. Según Cantell (1978) la especie ha sido reportada desde el norte de noruega, costa norte de Dinamarca e Islandia. Newman y Ross (1976) afirman que el crustáceo es conocido desde el epizoico de los océanos Atlántico y Pacífico. Es común en ellas Cantell (1939); Scheffer (1939); Mizue and Murata (1951); Cornwall (1955); Rice (1963).

2.4.6. Parásitos Protozoos Ciliados y Malformaciones Congénitas

En la vida de la jorobada es posible que presente en su nacimiento, trastornos de desarrollo como defectos con extremidades externas posteriores con desarrollo imperfecto (Andrews 1921; Ogawa y Kamiya, 1957; Nemoto, 1963; Ohsumi, 1965). Según Kashita, 1971; Kamiya y Miyazaki, 1974; Kamiya y cols., 1981; Zinchenko y Ivashin, 1987; Kawamura, 1990; Dabin y cols, 2004) es posible que nazcan siameses o gemelos unidos, al igual que en el hombre, como el caso de las gemelas unidas pigópagos Rosa y Josefa Blazek, nacidas en 1878.

También pueden presentar enfermedades durante su desarrollo, como neoplasias o Papilomas-ampollas en la lengua (Stolk, 1952). Presencia de lipoma o masa en el cerebro (Pilleri, 1966). Y según Van Bresse et al. (2014) lesiones infecciosas cutáneas irregulares en la piel denominadas “tatuajes” de color gris, negro blanco o amarillentas causadas por un poxvirus; en poblaciones no migratoria de jorobadas a lo largo de la costa de Omán, se encontró que 13 de 60 ejemplares (21.7%) presentan este tipo de lesiones. Para Powell et al. (2018) el seguimiento a cualquier lesión cutáneas puede ser un bioindicador del deterioro de las condiciones ambientales.

Se conoce que, en las regiones de alimentación del océano austral o antártico en la piel de las jorobadas, pueden crecer algas microscópicas, como diatomeas que pueden formar manchas de tonos amarillentos, anaranjados y cafés evidentes en las superficies blancas (Leatherwood y Reeves 1983, Nishiwaki 1972, Tomilin 1967, Watson 1985, Winn y Reichley 1985).

Para Haase (1995) las jorobadas jóvenes pueden presentar una infección bacteriana denominada Spondylodiscitis que nace en la epífisis o terminación articular intervertebral; es una malformación en forma de una gruesa capa ósea que cubre las vértebras lumbares y caudales y que causa dificultad para nadar. Y, por último, en la barba se ha encontrado un inofensivo

protozoo del género hematófago, una especie de ciliado *Haematophagus Megaptera* que se alimenta eritrocitos o glóbulos rojos de la sangre (Woodcock y Lodge, 1921).

2.5. Depredadores de las Ballenas Jorobadas

Los seres vivos nos encontramos en continua interacción, en donde unos necesitamos de otros para vivir, así que plantas y animales necesitan energía y nutrientes para desarrollarse y todo comienza con las plantas verdes y únicas capaces de aprovechar la energía del sol, el resto de seres la única energía que pueden aprovechar es el calor, que ayuda pero no pueden almacenar, es por ello que la energía que fijan las plantas la aprovechan el resto de seres como los consumidores primarios que son los herbívoros, que cuando se comen la planta aprovechan su energía, a los herbívoros se los comen los carnívoros, que son consumidores secundarios que aprovecha la energía que saco el consumidor primario de la planta, y si hay uno que se coma al carnívoro este vivo o muerto, también aprovecha esa energía, por ejemplo un necrófago o buitre come carroña que está llena de energía que aprovecho de la oveja que saco de la planta que tomo del sol; dicho proceso es conocido como la cadena alimenticia.

Conociendo la interacción de las redes alimenticias, se podrá conocer la depredación como la interacción biológica en la que una especie se alienta de otra con fines de subsistencia. Según Jefferson et al. (1991) Ballance (2002), Linnaeus, 1758; Niño et al. (2011) los depredadores de las jorobadas son pocos, como la orca *Orcinus*, el principal depredador tope que la amenaza; se encuentra en el nivel más alto de la cadena trófica y, por lo tanto, se alimenta de otros mamíferos marinos que están por debajo de ellos. También falsas orcas falsas (*Pseudorca crassidens*, Owen, 1846) y algunas especies de grandes tiburones (Naessig & Lanyon, 2004).

La orca del Suborden Odontoceti es el definido más grande en la tierra, entre 7 y 9 m de longitud y los machos son más grandes. Presentan dimorfismo sexual en la aleta dorsal, la cual

llega a medir 190 cm en machos y 90 cm en hembras (Guerrero-Ruiz et al. 2006). Según Leatherwood et al. (1983) en la mandíbula se hayan entre 10 y 13 pares de dientes fuertes que terminan en punta y que permiten consumir una gran variedad de presas que incluyen las aves.

Ataques Documentados:

El primero en la historia fue documentado por Whitehead y Glass (1985), observaron dos agresiones ocurridas en una zona de alimentación de la población de jorobadas en el Atlántico. Flórez et al. (1994) reportaron en el pacífico colombiano el primer ataque en una zona de reproducción donde las orcas acosaron a una madre con cría y escolta; las orcas tuvieron una coordinación estratificada por sexo y edad, es decir, que las orcas macho contuvieron a las jorobadas adultas, mientras las orcas hembras y crías concentraron su esfuerzo en las jóvenes. Paterson y Paterson (2001) en Australia reportaron una agresión que involucró la posible muerte de la cría, mientras que Naessig y Lanyon (2004) documentan por primera vez la muerte de una cría. Ambos reportes aseguran que las orcas matan a las crías de jorobadas durante su migración a lo largo de la costa oeste de Australia, análisis que coincide con Dolphin (1987) donde las jorobadas jóvenes son más susceptibles a ser acosados durante la migración cuando el tamaño de grupo es bajo, puesto que tanto en zonas de alimentación como de reproducción los ataques son escasos. Según Guerrero et al. (2007) en el Pacífico mexicano el 50 % de los reportes de ataques de orcas, son a jorobadas. la evidencia del ataque según Mehta (2004) consiste en cicatrices que concuerdan con el patrón de dentición de las orcas, con mínimo tres líneas paralelas, parecidas a las marcas de un rastrillo. Estas cicatrices predominan en la aleta caudal y pectoral, áreas de fácil maniobra para la orca que inmovilizan y sumergen a la jorobada (Rice y Wolman, 1971); la técnica de foto-identificación de las aletas caudales permite evidenciar ese tipo de ataques.

2.6. Jorobadas Bioindicadoras de la Salud de los Océanos y Contaminación Marina

La contaminación marina se da por acción del hombre, quien elabora e introduce sustancias nocivas al mar, lo cual perjudica su vida y la de organismos que viven en él. Para Howell (1976), el agua del mar contiene sustancias químicas naturales que cumplen una función específica y detectarlas sería ineficaz, de tal forma, Freedman (1989) afirma que la categoría contaminación se da cuando una sustancia química se encuentra en concentraciones inadecuadas afectando los organismos. Para Bartholomew (1972) y Townsend y calow (1981) un organismo es un sistema dinámico, delicado, regulado, controlado y adaptable, que interactúa entre sí para lograr el objetivo de intercambiar energía con el ambiente que lo rodea y evolucionar como un todo, como coincide Claude Bernard, afirmando que el organismo y el ambiente son un par inseparable.

Así que, la jorobada es un organismo vivo que interactúa con el ambiente lleno de cambios que ocurren a corto plazo en un ciclo diurno y a largo plazo a través de estaciones del año. Estas según Flórez et al. (2007); Hoyt e Iñíguez (2008) se han utilizado como especies paraguas para la toma de decisiones, es decir, indican si su entorno goza o no de buena salud desde su estado y emblemáticas para promover medidas de manejo y conservación amplias a lo largo de la costa del Pacífico colombiano. De acuerdo con Fossi et al. 2012 & Cáceres 2014 para evaluar la calidad de los océanos, las jorobadas son consideradas especies adecuadas como bioindicadores de contaminación marítima o evidencia ecológica. La presencia de patógenos en sus soplos indica la calidad de salud de ambiente (Acevedo-Whitehouse et al. 2010) además mediante análisis de parásitos en heces (Flores-Cascante y Gendron 2012), si bien para Cáceres (2014), las principales vías de exposición son a través de la alimentación, por inhalación pulmonar y/o absorción de la piel, transferencia placentaria y la lactancia, que son vías de ingreso potenciales a los fetos y lactantes. las jorobadas tienen la capacidad de acumular en sus tejidos y órganos

grandes concentraciones de compuestos químicos debido a su longevidad, ya que en la corteza terrestre de forma natural se encuentran los metales pesados y en los ecosistemas marinos son liberados desde los sedimentos o partículas del suelo, por acción volcánica y desde afloramientos submarinos como aguas profundas frías y ricas en nutrientes que ascienden a la superficie.

Los niveles de metal pesado se evalúan mediante técnicas no letales, como el análisis del material biológico como muestras de tejidos frescos o huesos secos, proveniente de animales varados o capturados incidentalmente por redes de pesca (Cáceres, 2014). Y la técnica de muestreo no letal mediante un biomarcador multi-prueba que extrae biopsias de la piel o tegumento (Bertha et al. 2006); Las biopsias de piel y grasa son un material biológico adecuado para evaluar amenazas de las jorobadas en vida silvestre (Fossi et al. 2010). Dichas técnicas con el fin de diagnosticar síndromes toxicológicos de estrés, a nivel general toxicidad (definida según Loomis 1989, como la propiedad de una sustancia de producir daño), estado de salud y variedad genética poblacional y permite detectar la presencia y exposición de contaminantes, alteración reproductiva y menor capacidad de combatir infecciones relacionados con diversos factores de origen antropogénico y se obtiene mediante una ballesta Barnett Wildcat II (figura 37) con una flecha y dardo de biopsia de acero inoxidable tomadas cerca de la aleta dorsal (Urban et al. 2014). El Principio de August Krogh, sugiere que siempre van a existir especies significativas que ofrecen una mejor oportunidad para estudiar un proceso funcional y mecánico (Nature2003).

Los tipos de compuestos que acumulan, son organoclorados o insecticidas sintéticos (OCs), hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) y oligoelementos; la cantidad de contaminante varía según el nivel trófico, es decir entre más bajo menor preocupación y entre más alto mayor riesgo de contaminación (Urban et al. 2014). De acuerdo con Hammond et al. 2005, los contaminantes lipofílicos en ciertas cantidades (hidrocarburos, como el hexano o tolueno, DDT,

PCBs, CFCs) causan en las jorobadas disfunciones inmunes y reproductivas. los OCs, pueden causar desórdenes endócrinos (Fossi et al. 2003). Un ejemplo de la preocupación que los efectos de los OCs causan en la naturaleza cabe destacar que en el libro titulado “Voces del planeta” del escritor Pedro Pozas Terrados, resalta algunas tesis que la Bióloga marina y conservacionista estadounidense Rachel Louise Carson, expresa frente a los peligros de los OCs en su libro primavera silenciosa “Silent Spring” publicado en el año 1962, en donde nos advierte que podrían contaminar los tejidos de cada niño, mujer hombre y animal de este planeta, así como el aire, los lagos, los océanos y los peces que viven en ellos y las aves que se alimentan de estos. Los OCs se encuentran en todas las regiones del mundo desde las profundidades del mar a la estratosfera, desde el Ártico al Antártico y permanecer completos durante siglos.

También existen otros tipos de contaminantes que las afectan, como la acumulación y efectos de contaminantes emergentes y éteres difenílicos polibromados (PBDE, una familia de retardantes de flama o sustancia química sintética, encontrados en productos de uso diario, como plástico de uso común balones de plástico o cortinas de ducha, envases de alimentos, en productos de limpieza y cosméticos de fabricación industrial como esmaltes). Los PBDE son lipofílicos, persistentes y tóxicos para la fauna y los seres humanos (Alaee et al. 2003) y los niveles más altos de ellos, se han encontrado las jorobadas y otros depredadores marinos.

Otra clase importante de contaminantes de jorobadas son los PAHs, derivados de fuentes naturales como derrame de petróleo, incendios forestales, filtraciones de petróleo natural y fuentes antropogénicas, como la combustión de combustibles fósiles, uso de aceite para cocinar y calentarse, la quema de carbón. Los estudios han demostrado que algunos PAHs que son más resistentes a la biodegradación, causan estrógenos débiles u hormona sexual de la reproducción (Villeneuve et al. 2002). De acuerdo con Davison et al. (1992) el petróleo en su forma cruda o

refinada es uno de los xenobióticos tóxicos para la biota acuática; ocasiona alteraciones metabólicas en los organismos y cambios funcionales en los ecosistemas marinos.

Las jorobadas gracias a su comportamiento migratorio y de alimentación estacional en las mismas regiones, representa un organismo clave para ser utilizado como indicador biológico o de contaminación, Por ejemplo, comparando las jorobadas en las zonas de alimentación del Atlántico Norte y Pacífico Norte, Elfes et al. (2009) midieron los contaminantes orgánicos persistentes (COP) en tejidos de piel para estimar su distribución geográfica. Las jorobadas presentaron variedad de patrones de contaminantes (PCBs, DDT, HCB y PBDE) en relación con las diferentes áreas de alimentación apareciendo como buenas bioindicadoras sobre los niveles de contaminantes en dichas áreas (Urban et al. 2014).

Dentro de los contaminantes marinos también se encuentran los microplásticos, fragmentos de plásticos menores a 5 mm (Hidalgo-Ruz et al. 2012). Estos flotan en todos los mares, requieren siglos para degradarse y son el resultado de la fragmentación de los plásticos liberados en el ambiente desde el inicio de la edad del plástico (Urban, et al 2014). De acuerdo con Fossi et al (2012), las jorobadas son válidas para evaluar la presencia de microplásticos. De una forma u otra más de 180 especies de organismos marinos absorben los desechos del plástico, incluyendo especies planctófagas. Por ejemplo, la jorobada se alimenta de la especie de krill, *Euphasia pacífica* que es capaz de comer 20µm micras de fragmentos de polietileno (Urban et al. 2014).

La contaminación marina al igual que el Cambio climático, a corto plazo provoca que las jorobadas expandan su distribución e irruman en nuevas zonas de alimentación y reproducción y por tanto ocurra una subdivisión poblacional jerarquizada y a largo plazo afecten la evolución (Chittleborough 1965; Baker et al. 1994; Medrano et al. 2001). De acuerdo con Silber et al. 2017 ; Sydeman et al. 2015, los cambios en la distribución son la respuesta más probable de las

jorobadas móviles al cambio climático. La historia ha demostrado que la distribución de la jorobada puede cambiar en unas pocas décadas por motivos de sobreexplotación y extirpación, por ejemplo un gran número de estas visitaron las aguas de las islas Fiyi al este de Australia y al sur de Ecuador, pero en la actualidad pocas lo hacen (Dawbin, 1959 ; Gibbs et al 2006 ; Miller et al. 2015 ; Paton & Clapham, 2002).

Los cambios en la temperatura de los ecosistemas marinos afectan a todos los organismos de la cadena alimenticia (Doney et al. 2012 ; Hoegh et al 2010 ; Poloczanska et al. 2013 ; Sydeman et al 2015). Según Macleod 2009; Simmonds y Elliott, 2009; Sydeman et al. 2015 los impactos en las poblaciones de jorobadas dependen de la vulnerabilidad de sus hábitats críticos. El estado del planeta es medido cada año mediante un indicador llamado índice complementario de la huella ecológica- HE y se conoce que desde el año 1998 la humanidad ha estado consumiendo el equivalente a 1.5 planetas (WWF, 2010), y desde 1961 hasta la actualidad, el mayor componente de la HE ha sido la huella de carbono debido al uso de combustibles fósiles. La generación de gases invernadero como el CO_2 producido por la actividad turística en el mar, contribuye al calentamiento global en toda la planta (Cifuentes & Cupul, 2014). En las últimas décadas, debido al incremento en las emisiones de dióxido de carbono, la química del océano ha cambiado, lo que ha generado condiciones de aguas ácidas, denominado acidificación del océano y se refiere a que el PH ha bajado (valores normales 7.4 A 8.5) lo cual afecta a diversidad de especies marinas durante los ciclos fisiológicos como la reproducción y crecimiento (Doney et al. 2012; Kroeker et al. 2013). Se conoce que desde la revolución industrial, la concentración CO_2 en la atmósfera se ha incrementado desde 280 a más de 400 partes por millón (ppm) debido a las actividades humanas (IPCC, 2007; Tyrrell, 2011). Un ejemplo de ello en el año 2014, por primera vez en 3 millones de años, la concentración de este gas en la atmósfera del planeta superó las 400 ppm

ubicando a esta generación de humanos como la primera en vivir con esos niveles de CO₂. La última vez que hubo este valor, el polo norte aún no tenía hielo, el nivel del mar era más alto que ahora y no se había podido formar el canal de Panamá y hombre apenas comenzaba a caminar erguido (Cifuentes & Cupul 2014). Las consecuencias del cambio son el incremento en la temperatura del aire, modificaciones en las lluvias y frecuentes e intensos huracanes (Helmuth et al. 2005; IPCC, 2007). El aumento de gases de invernadero, tales como el dióxido de carbono, metano, dióxidos nitrosos y clorofluorocarbonos alteran el clima del mundo (Levitus et al., 2001). Dichos gases provocan el aumento de la radiación UV-B en el océano austral o antártico, este aumento de radiación trae consigo una reducción en la productividad primaria o plantas (Smith et al. 1992) un claro ejemplo de los efectos dañinos ocurre en el zooplancton como los *euphausidos* (Damkaer & Dey, 1983), uno de los principales alimentos de la jorobada y otros cetáceos. Además de causar quemaduras térmicas inducida por el sol, que se ven en la siguiente figura, en una jorobada varada en la costa de Brasil, con presencia de ampollas, descamación, hendiduras y úlceras dermo-epidérmicas en el pedúnculo y platija, antes de la muerte:



Figura 17. Quemaduras térmicas en jorobada varada en Brasil
Fuente: (Groch et al. 2018).

Los científicos se apoyan en sus investigaciones de un fenómeno llamado, “El varamiento” mediante el cual las jorobadas son arrastradas por las mareas hasta la arena de la playa, vivas o muertas o por enfermedades, traumatismos y quemaduras solares (Groch et al. 2018). Es una

importante herramienta para conocer aspectos importantes sobre su biología, ecología y distribución (Chiluiza et al. 1998).

Considerando que las fuertes radiaciones solares causan daño en las jorobadas, también el aumento de nutrientes en el mar las afecta. La base de la vida, tanto en los océanos como en la tierra, está basada en la evolución química y en los ciclos de nutrientes como C, N, P, Si y Fe los más destacados en el océano (Holland, 1984) estos con la capacidad de controlar concentraciones y el destino del CO₂ atmosférico, pero si aumentan provocan un crecimiento de algas tóxicas. Si bien, el plancton marino en especial los dinoflagelados, producen toxinas que se acumulan en organismos filtradores como jorobadas y en diversas especies de peces que son consumidos por estos causando intoxicaciones graves (Geraci et al. 1989). De acuerdo al CPPS (2002) es grave el deterioro de la calidad del agua por contaminación microbiológica, hidrocarburos, metales pesados y productos químicos en el pacífico sudeste zonas costeras de gran concentración poblacional y de migración y según UNEP, (2005) debido las actividades humanas el surgir de algas tóxicas en dicha zona parecen haberse intensificado y extendido en los últimos años.

El surgimiento masivo de microalgas tóxicas o mareas rojas, nombre dado por el tono rojo que poseen, es causado por el exceso de nutrientes en el agua, que eutrofizan o hacen crecer a las algas especialmente en las zonas costeras (Becker y McGillicuddy, 2006; Cortés-Lara et al, 2012). De acuerdo con Geraci et al. (1989) una de las causas de muerte de jorobadas son los afloramientos de estas. Su frecuencia e intensidad se han incrementado en los alrededores de la entrada al Canal de Panamá, Golfos de Panamá y Chiriquí (Guzmán, obs. pers.). La saxitoxina o microalga dinoflagelada se asocia al envenenamiento paralizante por mariscos en las jorobadas y es producido por la ingestión de marisco en el que se han acumulado estas potentes neurotoxinas; según Geraci y cols., (1989) se ha descrito un caso en el que se asoció la muerte de dos jorobadas

a la ingestión de caballas o pez, que contenían saxitoxinas. Si bien, Aguilar & Jover (1982); Aguilar & Borrel (1988) afirman que las jorobadas por alimentarse de organismos pequeños menores a 20 cm que se encuentran en niveles inferiores de la red trófica, como el zooplancton y peces, poseen menores cantidades de contaminantes en su grasa comparada con la de orcas que se alimentan de animales con mayor tamaño.

Capítulo Tres: Migración, Alimentación y Reproducción de Ballenas Jorobadas

las jorobadas durante toda su vida realizan desplazamientos o migraciones desde sus zonas de alimentación en los polos australes o hemisferio sur, en época estival o verano con climas subpolar, lluvias invernales, hasta los trópicos en latitudes bajas, en aguas cálidas, someras o poco profundas, que son el lugar propicio para el apareamiento y crianza (Jefferson et al. 1994; Dawbin 1966; Rice 1998; Ladrón 2001; National Marine Fisheries Service 1991; Winn y Reichley 1985; Medrano 2000; Reyes 2009; Clapham y Mead 1999; Reeves et al. 2009; Winn y Reichley 1985, 1999; Fleming y Jackson 2011; Trudelle et al. 2016).

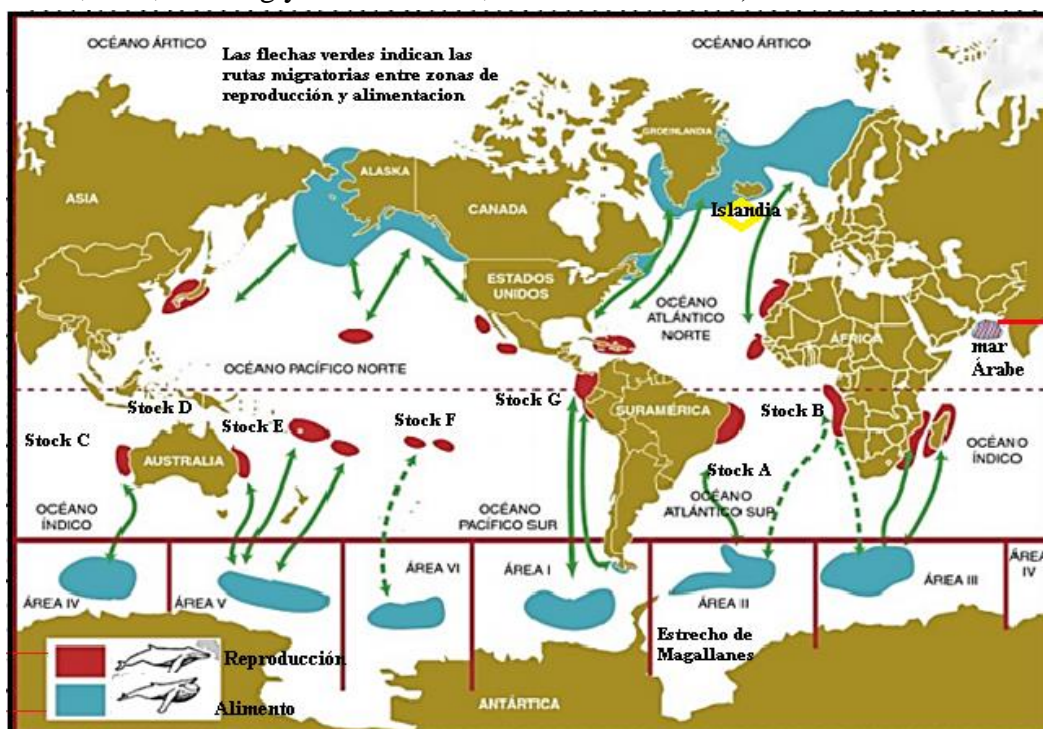


Figura 18. Distribución mundial de diversas poblaciones de jorobadas y sus rutas migratorias.
Fuente: (Flórez et al., 2007).

En el hemisferio sur correspondiente a la mitad del globo terráqueo, se aprecian siete áreas de reproducción geográficamente definidas e identificadas por la CBI, comisión ballenera internacional y que fueron denominadas como Stocks A-G termino referido a las subdivisiones establecidas durante años de cacería (IWC 1998; Rice 1998).

Las jorobadas visitan entre junio y noviembre el pacífico colombiano para reproducirse y criar después de una migración de más de 8500 km, desde la península Antártica y el estrecho de magallanes en Chile (Stevick et al. 2004; Acebedo et al. 2007) dicho trayecto lo realizan en menos de 4 meses y constituye la migración más larga reportada para un mamífero distinto del hombre (Stone et al. 1990; Rasmussen et al. 2002). las jorobadas del área I del pacifico sur oriental, migran desde la zona de alimentación en la costa occidental de la península antártica hasta las aguas de Ecuador y Colombia-stock G (Mackintosh, 1965) a igual que las del área II del estrecho de magallanes en Chile migran durante el invierno a dichas aguas (Gibbons et al. 1998, 2003; Acevedo et al. 2005, 2006, 2007). La costa de esmeralda en Ecuador es de gran importancia reproductiva para la población G (Oña et al. 2016). Un caso de las jorobadas del mar árabe frente a Omán es que no migran, es decir son residentes que se alimentan y reproducen en la misma región (Mikhalev 1997; Papastavrou & Van Waerebeek 1998).

Los destinos migratorios de la especie se conocen por la marcación subcutánea o seguimiento con transmisores satelitales instalado en el cuerpo y que son cazadas por balleneros (Mackintosh 1965; Nishiwaki 1977; Mate et al. 1988), por reavistamiento fotográfico (Darling & McSweeney 1985; Baker et al. 1986; Stone et al. 1990; Darling & Cerchio, 1993; Flórez et al. 1998; Smith et al., 1990; Calambokidis et al. 2001; Garrigue et al. 2002; Stevick et al. 2004) o por análisis genético (Olavarría, 1990, 2000). La cronología migratoria puede variar entre poblaciones debido a las estaciones y existe un desfase de seis meses entre las jorobadas del hemisferio sur y

las del norte, por lo cual no se mezclan (Winn & Reichley 1985), razón por la que estas están separadas geográficamente (Childerhouse et al. 2008; Garland et al. 2015; Olavarría et al. 2007) y que muestran diversos grados de conectividad (Garland et al. 2011; Garrigue et al. 2011; Steel et al. 2017) y según Clapham & Mead 1999, existen unas 13 poblaciones invernales en aguas tropicales. Su distribución y presencia está asociada a asuntos sociales (Ersts & Rosenbaum 2003) requerimientos biológicos y el estado del medio ambiente (Craig & Herman 2000).

3.1. Zonas de Avistamiento en el Pacífico colombiano-PC

El PC, es una región natural que posee aguas con temperaturas cálidas entre los 25 y los 26°C; baja salinidad de 33.5 ppm, debido a las altas precipitaciones y nubosidad, baja presión de aire y por la acción de desembocaduras de ríos que se mezclan con el agua del mar; también presenta vientos variables y débiles (Cantera 1993; Prahel et al. 1990). Según Cantera (1993) el mar pelágico o cerca de la superficie posee menos de 30 m de profundidad, con aguas turbias y variedad de partículas en suspensión que causan una baja visibilidad. El PC hace parte del pacífico sudeste que comprende las costas de Chile, Perú, Ecuador y Panamá y es el hogar de las jorobadas, que al igual que la ballena gris y algunas especies de aves migran (CPPS, 2004).

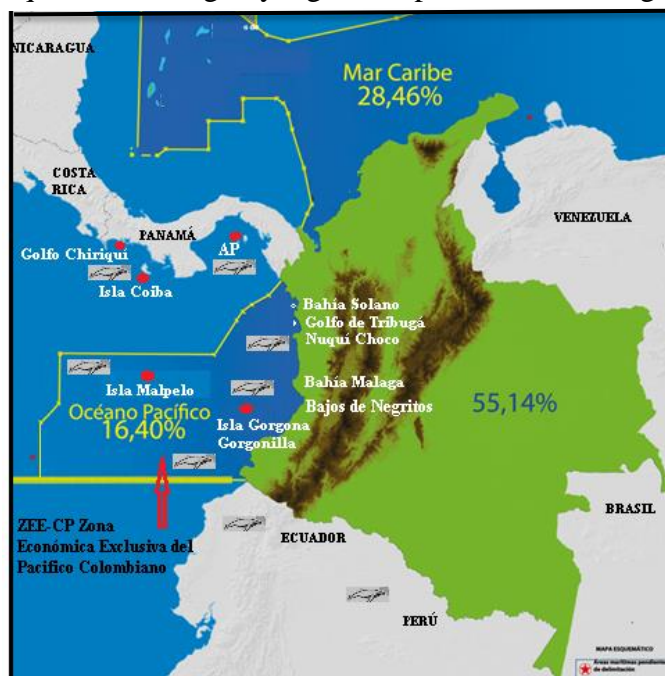


Figura 19. Mapa esquemático y zonas de avistamiento de jorobadas en el pacífico colombiano y sudeste. **Fuente:** (CCO-Comisión Colombiana del Océano, 2019).

En Colombia la jorobada ha sido estudiada en isla Gorgona, bahía Málaga en bajos de negritos y alrededores en el departamento del Cauca, bahía Solano y sus alrededores en el departamento del Chocó y en el golfo de Tribuga, sitios donde llega entre junio y noviembre (Flórez & Capella 1993; Flórez et al 1998; Ávila 2000; Bonilla 2000; Rocha & Ávila 2007). Según la Fundación Yubarta (2002) son vistas ocasionalmente cerca de islas Malpelo. Se pueden avistar en agosto y septiembre en islas Gorgona y entre septiembre y octubre en bahía Málaga (Flórez et al. 2003) en esta última se reúnen variedad de hábitats y condiciones de vida marinas óptimas para un ciclo de vida (Cantera 1993). Según Dawbin (1996) las jorobadas llegan en a la zona de reproducción en un orden específico, primero las madres con crías para destetar en esa temporada, luego los subadultos seguidos de adultos y por último las hembras grávidas o preñadas y cuando abandonan la zona de reproducción salen primero las hembras preñadas, luego inmaduros seguidos por maduros y por último hembras con crías recién nacidas.

A continuación, se aprecia la distribución geográfica potencial de las jorobadas en la zona económica exclusiva del Pacífico colombiano ZEE-PC entre los meses de junio y noviembre:

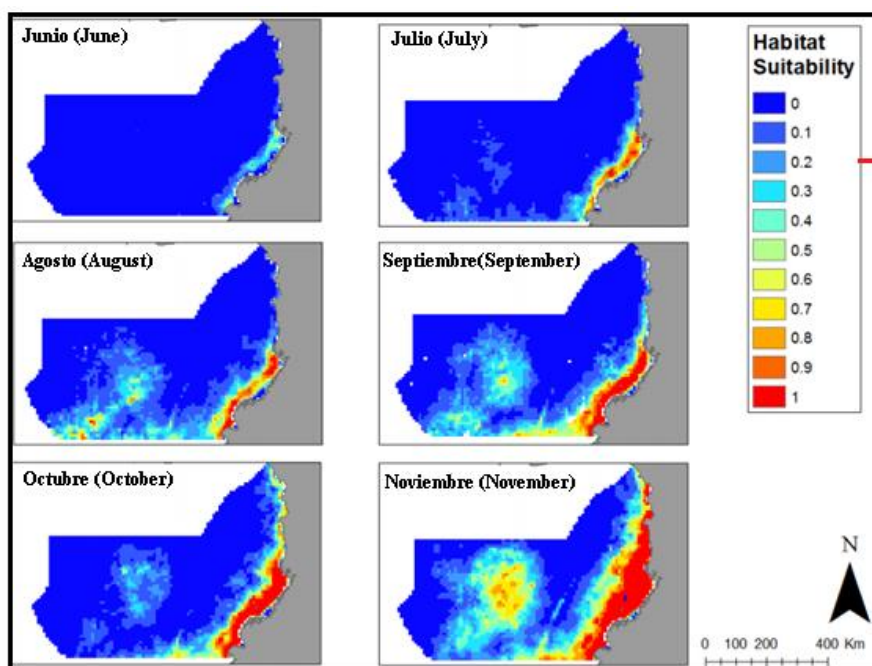


Figura 20. Distribución geográfica potencial de las jorobadas en la zona económica exclusiva del Pacífico colombiano ZEE-PC, entre los meses de junio y noviembre.

Fuente: (Chávez, 2018).

La ZEE-PC tiene un área aproximada de 330.000, Km² representando el 36% del área marina nacional de Colombia (Alonso et al. 2015) en la figura se aprecia un rango de 0 a 1 lo cual indica de menor a mayor avistamiento de jorobadas de 0 a 0.6 de color azul y degradados en donde comienzan los avistamiento y de 0.6 a 1 se observa una aceleración en el rango con zonas de color rojo y degradados con mayor intensidad de avistamientos, lo cual permite afirmar que la probabilidad de observarlas entre los meses de junio y noviembre es alta además de ser un área potencial para estimular el ecoturismo ambiental y sostenible y promover una economía azul. Según Chávez (2018) el rango que aumenta de junio a noviembre está relacionado con los cambios de temperatura superficial del mar, con temperaturas más altas al comienzo de la temporada y temperaturas más bajas al final. Además, en el mes de noviembre el hábitat parece ser el más adecuado, pero hay pocos avistamientos debido a que la mayoría ya están migrando a sus áreas de alimentación templadas y antárticas (Félix & Guzmán 2014).

3.2. Etología o Comportamiento de la Ballena Jorobada

La Etología es la rama de la biología que estudia el comportamiento animal, la adaptación y supervivencia con el objetivo de conservar (Beissinger, 1997; Rubenstein, 1998; Cassini, 1999; Sampedro y Cabezas, 2009 González-Zuarth, 2015). Algunos personajes que la fundaron son Charles Otis Whitman, zoólogo y padre de la etología clásica y seguido de quienes más desarrollaron dicha disciplina, el Austriaco Konrad Lorenz (1903-1989), describe la impronta o aprendizaje animal (Campbell, 1975); Nikolaas Tinbergen (1907-1988), reconoce los estímulos como señales que origina la conducta animal (KRUUK, 2003) y el zoólogo Karl von Frisch estudia el comportamiento de peces y abejas (1886-1982).

De acuerdo con Helweg & Herman (1994) observar el comportamiento de las jorobadas brinda conocimiento acerca de las funciones sociales y de competición. Si bien Altmann (1974)

dividió el comportamiento en dos categorías: estados, que se aprecian con el tiempo-remotos y eventos que son actividades con una duración instantánea y corta. Para Tyack (2002) se ha clasificado el estudio del comportamiento en diferentes categorías de estudio: de comportamiento, que son registros obtenidos con muestreos visuales; acústicos, utilizando registros con hidrófonos de los sonidos bajo el agua; y seguimiento, mediante marcaje animal para monitorearlos satelitalmente. A continuación, se aprecian los tipos de comportamiento:

3.2.1. Comportamiento Reproductivo y Social

las jorobadas son expertas en realizar comportamientos sociales en el área de reproducción y alimentación, ya que cumplen un papel importante al aumentar sus probabilidades de apareamiento (Maricato et al. 2017). Según Miller (2016) siendo natural que machos compitan por hembras, estos también pueden cooperar entre ellos para asegurar su éxito reproductivo y alejar a machos intrusos. Para Mobley & Herman, 1985; Kaufman & Forestell, 2003 la importancia del comportamiento en zonas de reproducción, lo determina el apareamiento y la crianza. Además, para Baker & Herman (1984, 1985) la especie es poligámica, es decir que un macho puede reproducirse con varias hembras. Sin embargo, se pueden encontrar a parejas de machos entrar y salir juntos a un grupo para competir por el acceso a estas; asociaciones realizadas entre los menos competitivos o por haber parentesco entre estos (Valsecchi et al. 2002). Para Miller (2016) en el área de reproducción se realizan rituales de cortejo con el fin de aumentar reconocimiento por parte de otras hembras y estar más cerca de dejar dependencia.

las acrobacias son actos comunes en dicha especie y en el pacífico colombiano las más notables por Edel & Winn (1978); Whitehead (1981), Leatherwood y Foster (1983) Baker & Herman (1984, 1985); Pittman & Danton (1985); Winn & Reichley (1985); Wursig, (1988); Flórez-G (1989, 1991), Clapham et al (1993); Helweg & Herman (1994); Capella & Flórez

(1999), Hurtado & Ojeda (1992), Bonilla (2000), Ávila (2000,2006), Kaufman & Forestell, 2003 y Kavanagh et al. (2016), son realizadas bajo el agua o en la superficie como, espirar, espionajes o levantamiento de la cabeza fuera del agua, cabeceo, relajación muscular saltos de cola, saltos de vientre, saltos de giro, exposición y aletazos fuera del agua de la aleta caudal antes de sumergirse, coletazos (dorsales y ventrales), natación invertida o giros del cuerpo en superficie.

Dichos eventos pueden ser interpretados como comportamientos sociales, de cortejo, competencia de machos por hembras y defensa por parte de las hembras hacia los machos (Maricato et al, 2017). Según Baker & Herman 1984,1985, Whitehead 1981, 1985, Flórez-G 1989,1991, Pryor 1986, Würsig et al. 1999,Richardson et al. 1995, Carwardine, 1995, Ávila 2000, Clapham 2000, Kaufman & Forestell 2003, Felix, 2004 y Ávila 200, 2006, los coletazos, aletazos y saltos, son eventos comunes en crías y adultos en zonas de reproducción y pueden ser señales de alerta, advertencia y manifestaciones de incomodidad, comunicación visual y acústica; en las crías pueden asociarse al periodo del día, temporada y el estado del mar y en adultos el ciclo lunar, la conformación grupal y el estado del mar. lo aletazos pueden darse con intención sexual y expresión de contacto entre la madre y su cría. Los saltos de vientre parecen estar asociados con excitación, señales de advertencia y orientación fuera del agua. También pueden significar comportamientos agresivos sumados a la exposición del lóbulo de la cola, los resoplidos, los empujones, los choques y las colisiones con la cabeza. Los saltos de giro pueden significar agrupación, advertencia, orientación fuera del agua, juego, limpieza de los parásitos en su piel y en animales jóvenes puede implicar el desarrollo muscular.

En cuanto a flotación puede significar descanso y reposo; cuando la madre abraza a su cría con las aletas significa cuidado maternal y si lo hace un adulto distinto a la madre se llamaría cuidado alomaternal; en cuanto a la exposición de rostro, la cabeza y el espionaje pueden ser

comportamientos de orientación y de exploración (Caldwell & Caldwell, 1966; Payne & McVay, 1971; Winn & Winn, 1978; Tyack & Whitehead, 1983; Baker & Herman, 1984a, 1985; Whitehead, 1985; Kaufman & Forestell, 2003; Silber, 1986; Mobley et al. 1988; Wursig, 1988; Flórez, 1989, 1991; Carwardine, 1995; Capella & Flórez 1999; Wursig et al. 1999; Ávila, 2000).

Un ejemplo de aletazos y coletazos en áreas de reproducción del Pacífico Sudeste, se dan con más frecuencia para agrupar a las jorobadas y lo conforman grupos de tres y cuatro individuos competitivos en formación y con mayor actividad de superficie (Felix, 2004). Sí bien Ávila (2000), Bonilla (2000), Baker (1985); Clapham et al. (1992); Glockner & Ferrari (1990); Mobley & Herman (1985) encontraron para Colombia, que los grupos conformados por un adulto son poco activos en superficie, mientras que los grupos con más de tres individuos son más complejos y sobresalen por exhibir comportamientos agonísticos intraespecíficos o de competición y lucha con la misma especie y suelen ser machos jóvenes o adultos; de lo cual se puede inferir cuando Lorenz, define que la agresividad es un instinto indispensable para la supervivencia y conservación de la especie.

La organización social de las jorobadas en áreas de alimentación y reproducción se caracteriza por grupos pequeños, específicos e inestables en algunos casos estables quizás de naturaleza cooperativa de mutuo beneficio; estos pueden durar toda su vida y en el caso de las zonas de alimentación donde existen concentraciones de cardúmenes y agregación de crustáceos y se pueden reunir de 20 a 40 individuos (Jurasz & Jurasz, 1979; Whitehead, 1981; Weinrich & Kuhlberg, 1991; Main et al. 1982; Baker & Herman 1984, Clapham 1993, 2009, Wursig, 2002). Por otro lado para Tyack (1981) suele suceder que el grupo de madre-cría está acompañado de uno o más individuos adultos o escoltas, que también pueden estar solos como cantores y que según Herman & Antinoja (1977), Glockner y Venus, 1983; Herman & Tavolga (1980) y Flórez

(1989) cumplen funciones de protección, mientras que Payne (1978), Baker & Herman, 1984; Mobley & Herman, 1985 y Tyack & Whitehead (1983) & Craig et al 2003) creen que éstos son machos esperando una oportunidad de aparearse debido al estado de celo o estro post parto de la madre. Por ejemplo, para Felix & Haase (2001) en Ecuador existen grupos inestables con menos de tres individuos que tienden a cambiar su composición en promedio cada 257 minutos. Según Cells, 1995; Soler, 1997 Bonilla, 2000, en Colombia algún grupo contiene dos o menos individuos con escasos juveniles y es poco común encontrar grupos de más de 12 jorobadas. Para Sabaj et al. (2004) en el extremo sur de Chile, con grupos de dos individuos o menos y la distribución poblacional es igual tanto en machos y hembras.

El comportamiento de crianza y el cuidado maternal están muy desarrollados en la especie (Caldwell & Caldwell, 1966; Ávila, 2000). Según Smultea et al. (2017) la supervivencia de las crías al igual que en otros mamíferos dependen de sus madres. Las crías pueden estar con sus madres dos o tres años de edad, para ahorrar energía, aprender a defenderse de depredadores y aumentar la eficiencia biológica de estos (Craig et al. 2003). Si bien, Ávila et al. (2000) las crías al realizar la mayoría de actividades en la superficie del agua son más propensas a colisiones y según (Tyson et al. 2012) se da porque tienen una capacidad fisiológica reducida para bucear, razón por lo que las madres no realizan buceos muy profundos. Sin embargo, la crianza en aguas calmadas someras o cercanas a la costa localizadas sobre la plataforma continental o a lo largo de sus bordes permite reducir la amenaza depredadora y evitar el acoso de los machos en busca de apareamiento (Whitehead & Moore, 1982; Dawbin, 1966; Clapham & Mayo, 1987; Mattila & Clapham, 1989, 2002; Smultea, 1994; Kaufman & Forestall, 2003). La madre y cría se encuentran a una distancia de 1 a 4 km de la orilla y las jorobadas que no tienen crías tienden a ubicarse a 10 km de la costa (Ladrón de Guevara, 1995).

Por ejemplo, según estudios de Felix & Haase (2001,2005) y Guzmán & Felix (2017) en Ecuador durante 7 años se observó la importancia de las zonas costeras para diversos grupos de jorobadas en aguas de más de 60 m de profundidad para el caso de grupos de adultos y sub adultos o individuos sexualmente inmaduros; en aguas con menos de 20 m de profundidad las predilectas son las madres con crías. Conforme a Bortolotto et al. (2017) las madres y crías buscan características ambientales en aguas poco profundas que puedan estar relacionadas con el ahorro energético como: la temperatura de la superficie del mar y la velocidad del viento y que para Bruce et al. (2014) dichas aguas son un lugar ideal para descansar.

Gracias a estudios de foto identificación, la filopatría o migración que es la tendencia a volver al mismo lugar donde nacieron o a permanecer en su mismo territorio, se conoce que es mayor la tendencia a volver a sus áreas de alimentación que a sus áreas de reproducción (Calambokidis et al. 2001). De acuerdo con Baker et al. (1984, 1990, 1994) & Palsbøll et al. (1995) la filopatría hacia las zonas de alimentación es transmitida por la madre a su cría, debido al conocimiento adquirido durante el primer año de vida y periodo en el cual dura la lactancia. Además, la jorobada usaría dos estrategias para retornar a su destino migratorio, como la impronta o rastro y la característica genética; la variación en la última estrategia permite ver que la estructura poblacional de jorobadas tiene una organización jerárquica conocimiento aprendido desde la crianza migratoria durante su primer año de vida.

3.2.2. Comportamiento de Alimentación y sus Métodos

Los indicios de estudios sobre la conducta alimenticia, tiene sus primeras aproximaciones en humanos que en animales; gracias a los trabajos de Cannon y Washburn (1912) nace el término “hambre”, y a Turró (1912) el término “apetito” (Espinoza 2007)⁴.

El comportamiento alimenticio en las jorobadas, según Whitehead, 1981 Kieckhefer 1992; Acevedo et al. 2008 tendría que ver con la edad, el tipo y número de presas involucradas, la distribución y densidad. Si bien, Clapham et al (1993) afirma que mientras se alimentan puede estar varios meses en áreas específicas sin la necesidad de mostrar fidelidad a estas y para Payne et al. 1986, 1990; Weinrich et al. 1997, con facilidad pueden abandonar los sitios de alimentación por causa de una menor oferta o variación de presas. Para Nemoto (1970) se encuentran en la categoría de tragar o gulper en lugar de masticar skimmer y se han observado usando las aletas como una cuchara para acercar el alimento a la boca. A continuación, se describen en el sudeste de Alaska tres métodos y diversas formas de alimentación de jorobadas según Jurasz, & Jurasz, (1979):

Primero: Alimentación en embestida o Lunge Feeding, es realizado por una sola jorobada o por un grupo al mismo tiempo y cuando el alimento es abundante. Nadan verticalmente a través de una horda de alimento a unos 5 nudos (9.26 km x h) abre su boca en los 3 metros fuera del agua y los atrapa y pueden atrapar sin intención otras especies de peces como el pollock *Theragra chalcogramma*, suelen emitir un sonido suave como un Clap o aplauso produciendo un eco parecido al de una castañuela y se da cuando por ejemplo a realizado 12 investidas por hora.

⁴ Análisis experimental en conducta alimenticia, Copyright 2007: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia (España) ISSN edición impresa: 0212-9728. ISSN edición web (www.um.es/analesps): 1695-2294

La alimentación rápida o fast feed, la jorobada golpea su cola hacia adelante en la superficie del agua, reuniendo crustáceos *eufáusidos* y peces oportunistas, luego con la boca abierta se zambulle rápidamente hacia adelante para tragar.

La alimentación en arremolinamiento con tres variaciones; embestida lateral, cuando dos o más jorobadas se alimentan juntas; alimentación en embestida vertical emparejada, es realizada mediante una táctica de comunicación y cooperación que involucra hasta cuatro jorobadas, dos o tres coordinan su respiración para que las exhibiciones en la superficie, la respiración y los pulmones estén sincronizados. la velocidad de la embestida es de 3 o 4 nudos, teniendo en cuenta el tipo, abundancia y distribución de alimento; y alimentación por embestida invertida o giros de cuerpo en la superficie. Un suceso poco común se dio 20 de abril de 1974, una sola jorobada en la isla Douglas en Alaska realizó durante una hora, 16 casos de alimentación en embestida.

Segundo: Alimentación con red de burbujas o Bubblenet Feeding, su nombre se debe a la semejanza física con el efecto de una red de cerco de pesca. Contiene una liberación secuencial de burbujas bajo el agua y fuera de esta forman un anillo o cierre en espiral, parece que la jorobada localiza un cuerpo de alimento, se sumerge debajo de este y descarga una línea de burbujas de su respiradero mientras nada en un amplio arco. En la superficie la secuencia de burbujas aparece como esferas del tamaño de un melón. La jorobada causa un destello de burbujas cuando engulle el alimento y cuando la boca se cierra bajo el agua. Se cree que cuanto más grande sea el movimiento del alimento, más grandes serán las burbujas iniciales en el anillo y después de tomar el alimento ocurre un período de efervescencia dejando el agua espumosa. La red de burbujas sólo se ha visto y oído a través de equipos acústicos subacuáticos durante las horas de luz diurna. Un caso especial de dos jorobadas con más de una alimentación de solo pez arenque el 13 de julio de 1974, cerca de Juneau Alaska, fueron escuchadas cantando y según

Valsecchi et al. (2002) en sus sitios de alimentación forman grupos para maximizar el consumo de alimentos mediante dicho método. Según D'Vincent et al. 1985, Sharpe 2001 , Fournet et al. 2018, la llamada de alimentación es la única vocalización que no se ha escuchado en todo el mundo. Si bien para D'Vincent et al 1985; Sharpe; Fournet et al. 2018, es probable que las llamadas de alimentación cumplan diversas funciones y se conoce que una función principal de esta es la manipulación de arenque del pacífico que conducen hacia la superficie del agua y finalmente las engullen en una estocada de superficie coordinada. Para Doyle et al. (2008) sin redes de burbujas, las jorobadas en icy strait en el sudeste de Alaska, también usan llamadas de alimentación cuando se alimentan bajo la superficie como un grupo de arenque del pacífico.

Tercero: Alimentación con golpe o Flick Feeding, fue observado por primera vez en Glacier Bay Alaska en 1977. La jorobada inicia una inmersión normal elevando su aleta caudal o cola por encima de la superficie del agua. Cuando la cola se ha sumergido hasta la base de la aleta caudal, la cola se desplaza hacia delante y produce una salpicadura con una onda interna en forma de ola que mientras avanza, la boca aparece en la superficie dispuesta a comer; el procedimiento puede durar tres segundos y sigue la secuencia de bucear, golpear, arremeter.

3.2.2.1. Comportamiento de Alimentación Oportunista

Se conoce que las jorobadas no se alimentaban en zonas de reproducción o migración (Danilewicz et al. 2009 y Kellogg, 1929; Chittleborough, 1965; Dawbin, 1966; Nishiwaki, 1966) pero lo pueden hacer de forma oportunista, cuando las presas están disponibles (Johnston et al 2007 y Salden 1989; Baraff et al 1991; Gendron & Urban, 1993). Según Kavanagh et al. (2016) durante la migración se acarrea un alto costo energético, por lo que dependen de sus reservas energéticas almacenadas en forma de grasa. **Caso documentado: Según** Acevedo et al (2011) el comportamiento de alimentación oportunista fue observado en un individuo el 17 de marzo de

2012, durante un recorrido de investigación y mediante foto-identificación en la costa central de Oaxaca México y se le llamo embestida de alimentación Sub-superficial con zumbido terminal. Según Read (2001) se da como consecuencia de actividades energéticamente costosas, como largas migraciones, la reproducción y la crianza, que reducen las reservas de grasa por la gran cantidad de energía empleada.

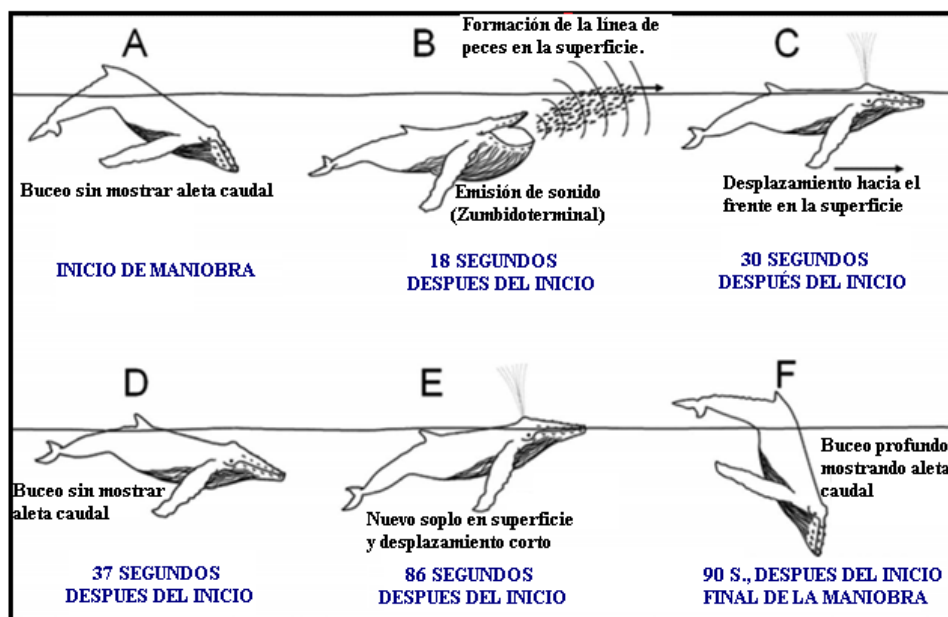


Figura 21. Frecuencia y tiempo transcurrido en segundos del método de embestida de alimentación Sub-superficial con zumbido terminal: técnica de alimentación oportunista durante la migración anual por la costa central de Oaxaca, México. **Fuente:** Villegas & Castillejos (2013).

3.2.2.2. Dieta de la Jorobada

los alimentos de las jorobadas se conocen por examen de cadáveres y especímenes varados (Mathews, 1937; Lillie, 1915; Nemoto, 1970). Se alimentan durante el verano en zonas de latitud altas en regiones polares distribuidas entre los 40° y 75° de distancia entre la línea del ecuador a la región polar, en aguas ubicadas sobre la plataforma continental que se extiende desde el límite de bajamar hasta dónde llega su profundidad o talud continental, con temperaturas superficiales del agua variables y bajas entre 2°C y 10°C (NMFS, 1991). En las áreas de alimentación la productividad primaria o materia orgánica como las plantas y la concentración de presas es alta

durante el verano (Brodie et al., 1978) y se pueden alimentar a una profundidad de los 40 m y bucear a 200 m mientras persiguen presas (Krieger 1987).

Según Gendron & Urbán (1993); Johnson & Wolman (1984); Kawamura (1994); Lugo & Rodríguez (2000); National Marine Fisheries Service (1991); Nishiwaki (1972); Nolasco en elaboración con Perry et al. (1999), Tershy et al. (1990), Weinrich et al. (1992, 1997); Gibbons et al. (2003); Mackintosh (1970); Nemoto (1959-1970); Jurasz y Jurasz (1979) Baker et al. (1985); NMFS (1991); Clapham & Mead (1999); Castro & Huber (2007); algunas presas de la jorobada son distintas especies de peces, tales como arenque *Clupea harengus*, *C. fimbriata*, peces a cuyos cardúmenes se les llama pión o anguilillas de arena *Ammodytes dubius*, *A. americanus*, *Ammodytes hexapterus* y *A. lanceolatus*, capelán *Mallotus villosus*, larvas de langosta *Munidia gregaria*, copépodo *Calanus propinquus*, spp, anfípodo *Parathemisto gaudichaudi*, macarelas *Scomber scombrus* y *Pleurogrammus monopterygius*, langostino de los canales *Munida subrugosa*, peces *Pollachius virens* y *Melanogrammus aeglefinus*, sardinas *Sprattus fueguensis*, *Sardinops*, anchoveta *Engraulis sp.*, camarones *Eualus sp.*, *Pandalus sp.* *Eualus gaimardii* y *Pandialus goniurus*, anfípodos pelágicos *Parathemisto sp* y *Parathemisto libellula*, Bacalos *Gadus macrocephalus*, *Eleginus gracilis*, *Boreogadus saida*, salmones *Oncorhynchus spp*, peces piedra *Sebastes spp*, peces *Theragra chalcogramma*, *Thaleichthys pacificus* y *P. virens*, pez pollock *Theragra chalcogramma* y cefalópodos cormoranes japoneses *Phalacrocorax capillatus* que pueden ser ingerido incidentalmente.

Además, en la región Antártica, la especie de presa más reportada es el krill, crustáceo malacostráceo *Euphausia superba*, *E. spinifera*, *E. hemigibba* y *Nyctiphanes australis*, *Nyctiphanes sp* y *simplex* *Thysanoessa sp* y *Euphausia pacífica*, *Meganyctiphanes norvegica*, *Thysanoessa spinifera*, *T. raschii*, y tal vez *T. longipes*, *Mysis oculata*. Según Zurita (2015) si el

alimento está disponible consumen de 4000 a 5000 libras diario. Para Reynolds (2005) pueden tragar cerca de 100 kilos en cada engullida. Según Sánchez (2007), sus mandíbulas pueden abrirse hasta 90°, ya que la garganta se expande y cuando la boca se cierra la lengua actúa como un pistón y expulsa el agua hacia afuera y reteniendo el alimento. Según Wolanski y Hamner et al. 1985, Cerchio y Dahlheim 2001, la interacción entre las corrientes de marea, el viento y el relieve, forman las agregaciones de alimento y Según la hipótesis de Chenoweth et al. (2011) la corriente de la marea puede impulsar el comportamiento de alimentación de las jorobadas.

3.2.3 Comportamiento Armónico Musical

Las jorobadas a través del tiempo se han comunicado con sus congéneres mediante sonidos, que son provocados por instintos de supervivencia, alimentación, reproducción y protección. Por ejemplo, para Charles Darwin, el mono y sus instintos de lucha por la vida le permitieron seleccionar lo mejor de la especie y sobreponerse a la naturaleza salvaje. a continuación, se aprecia la terminología de los sonidos producidos por las jorobadas:

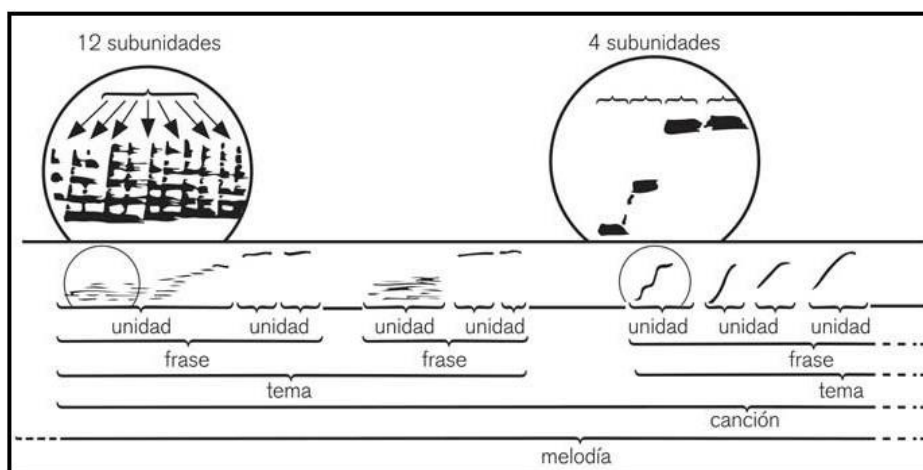


Figura 22. Sonograma de Payne y McVay 1971 para especificar la terminología de los sonidos en las jorobadas. Las áreas circulares son subestructuras de los sonidos que no son detectadas por el oído humano (en 1976 Payne descubre la canción). **Fuente:** (Hernández, 2013).

El sonograma permite visualizar la frecuencia o tono del sonido de las jorobadas y existen varios cantos alrededor de los cuales construyen sus canciones y a su vez existen variaciones en

cada individuo (Payne & McVay 1971). Producen tres clases de sonidos, los cantos asociados con la reproducción que son emitidos por machos solitarios y los sonidos sociales realizados en las zonas de reproducción y alimentación (Tyack 1981; Thomson & Richardson, 1995). Una canción completa puede durar de 10 a 15 minutos y ser interpretada durante algunos minutos o repetida de manera continua hasta por 22 horas (Payne & McVay 1971; Flórez & Capella 1993) aunque para Medrano (2015), los cantos o sonidos variados lo puede producir durante 7 a 30 minutos y las secuencias tienen una estructura jerárquica, como unidades-frases-temas que en conjunto forman una canción. Los sonidos unidad que producen son vastos definidos como onomatopeyas, es decir como la emisión de ronroneos, graznidos, gruñidos, ladridos e incluso hasta crujidos, gemidos llantos o gritos y cada jorobada tiene su propia voz como el humano tiene su propia huella digital y las de la misma área interpretan la misma canción que es posible modifiquen años después, además los llamados cortos y sencillos son emitidos por las hembras para comunicarse con sus crías (Hernández, 2013). En Colombia los grupos que emiten canciones son por lo general adultos solitarios (Flórez 1989) que por lo general son machos (Caballero et al. 2001). El canto de las jorobadas, es la primera evidencia de aprendizaje vocal en mamíferos después de los humanos (Tyack, 2000). Los comportamientos vocales y migratorios se ubican según la estación y la zona (Payne y McVay 1971; Silber 1986 ; Cerchio et al. 2001; Garland et al. 2011) y se ha descrito la estructura del sonido y las vocalizaciones no duraderas en poblaciones (Dunlop et al. 2007, 2008 ; Stimpert et al. 2007 ; Rekdahl et al. 2013, 2015, 2016) pero se desconocen algunos repertorios y hasta ahora se comienzan a describir los conductores de la conducta de llamada (Dunlop 2017). Presentan conductas de superficie y competencia precopulatoria entre machos adultos (antes del apareamiento) para acceder a las hembras y los sonidos son cantos largos, complejos y estructurados que definen su éxito

reproductivo y estrategias de comunicación; pueden llevar la misma tonada durante seis meses y su sistema de apareamiento se ha descrito como un lek o comportamiento animal

(Chittleborough 1958; Payne y McVay 1971; Winn 1978; Tyack, 1981; Baker 1985; Matilla et al. 1987; Clapham 1996; Dawbin 1966; Glockner& Ferrari, 1990; National Marine Fisheries Service, 1991; Nishiwaki 1966; Whitehead 1985, Tyack y Clark 2000; Berube 2001; Gabriele y Frankel 2002; Vu et al. 2012; Kavanagh et al. 2016 Cholewiak et al. 2018). la canción puede servir para obtener información del medio marino y reconocer a otros individuos (Mercado y Frazer, 2001).

Durante toda su vida pueden producir sonidos menos descritos como llamadas sociales a lo largo de su recorrido migratorio (Silber 1986 ; Dunlop et al. 2007, 2008; Zoidis et al. 2008; Fournet et al. 2015). Pueden llegar a emitir sonidos de hasta 170 decibeles o intensidad sonora similar a la potencia de una explosión de fuegos artificiales o el despegue de un jet, además pueden emitirlos de baja frecuencia y en algunos casos inaudibles para el oído humano y pueden tener intercambios sonoros con otros miembros de su población a miles de kilómetros como una red social, debido a que las ondas de comunicación viajan lejos (Hernández, E., 2013). se aproxima que la frecuencia oscila entre 20 y > 10.000 Hz y tienen una duración media de 0,2 a 0,8 segundos (Thompson et al. 1986, Silber 1986, Richardson et al. 1995). La Dr. Rebecca Dunlop de la Universidad de Queensland, afirma que las vocalizaciones o sonidos de baja frecuencia pueden cambiar a mayor frecuencia en caso de que un macho soltero se una a un grupo. según Medrano (2015) se aproxima que los cantos se exhiben a 30 m de profundidad y con frecuencias entre 0.1 a 6 kHz. las canciones están en un constante estado de cambio (Payne y Gui-Nee, 1983; Payne y McVay, 1971; Medrano, 2015) y es posible que algunos cambios nunca se transmitan (Smith y Aguilar, 2009). Las canciones se pueden escuchar a un máximo de

160.9344 km y carecen de cuerdas vocales, por lo cual es posible que el sonido se produzca por la presión del aire al pasar por varias válvulas, músculos y una serie de sacos ciegos que se desvían en el tracto respiratorio (Kaufman & Forestell, 2003) y según Hernández (2013) El instrumento de viento con el que emiten su música es tan grande como su cráneo, pues producen el sonido circulando aire por la cabeza. El repertorio de la población de jorobadas del este de Australia es el más conocido hasta la fecha con un catálogo de más de 40 tipos de llamadas (Dunlop et al. 2007, Rekdahl et al. 2013) y este no es estable en varias escalas de tiempo (Rekdahl et al. 2013, Fournet 2018).

Capítulo Cuatro: Avistamiento de Jorobadas

El ecoturismo es una actividad realizada en las aguas del pacífico colombiano para promover el atractivo natural del avistamiento de jorobadas y que brinda a los visitantes nacionales e internacionales un ambiente de esparcimiento y aprendizaje personal por la experiencia vivida. Dicha actividad aporta empleo, estabilidad y liquidez a la economía de la región. según Hoyt (2001) A nivel mundial en solo el año 2000 generó cerca de 1.253 billones de dólares con más de 10 millones de turistas, lo cual muestra la rentabilidad de la actividad.

4.1. Antecedentes históricos del turismo de avistamiento

La actividad comenzó a ser reconocida en agosto de 1976 en California, gracias a Leatherwood, Caldwell y Winn, quienes documentaron en una guía su carácter amigable, lo cual atrajo la atención de un gran número de turistas por la actividad. Desde ese año en Nueva Inglaterra y República Dominicana se ofrece el servicio a los turistas, investigadores y científicos con el fin de obtener información sobre su vida. Según Hoyt (2001) desde los años 40's se desarrolló en Estados Unidos y en 1972 fue tan popular que se organizó la primera expedición

turística desde el estado de Washington hacia el sur de California. En Latinoamérica comenzó en México en los 70's y de allí se expandió a Colombia, Perú, Ecuador y Chile (Allen 1980, Hoyt 1984, Capella & Flórez-G 1999, Hoyt & Iñíguez 2008). De manera comercial en 1994 comenzó en Colombia en Bahía Málaga con los corregimientos de Juanchaco, Ladrilleros, la Barra Valle del Cauca, Ciudad Mutis, Bahía Solano y Nuqui (Chocó) (Capella & Flórez 1999) y entre 2000 y 2002 en solo Bahía Málaga se aprecia un crecimiento y se registran 166 barcos y con proximidad de 10.000 turistas (Falk et al. 2004) y que según Baptiste et al (2017) el estudio de los cetáceos ha crecido gracias al valor económico para las comunidades locales y a la merma de los conflictos sociales armados, permitiendo el acceso confiable a investigadores.

Gracias a la carismática jorobada, se han creado algunas áreas marinas protegidas en el pacífico colombiano lo que ha ayudado a mejorar el estudio científico de su ecosistema, pero en especial el de ellas (Ávila et al. 2013). la Isla Gorgona, Malpelo, Parque Nacional Natural ensenada de Utría en el departamento del Chocó (municipios de Nuqui y Bahía Solano) y Parque Nacional Natural Sanquianga en el departamento de Nariño son reservas naturales que cuentan con la protección para la visita de las jorobadas. En Gorgona es un residente estacional de gran dominancia con el 87.1% de los avistamientos comparado con el delfín moteado *Stenella attenuata*, residente anual con el 10.8% (Flórez G., y Capella, 2006; Capella et al. 2008).

Según lo anterior se puede afirmar que Colombia cuenta con importantes áreas naturales para el refugio de especies migratorias y residentes lo que las convierte en un gran atractivo turístico, de modo que el apoyo que puede brindar esta actividad, por medio de la protección y aprovechamiento de estas zonas, al desarrollo económico de Colombia podría ser significativo. La cuenta del Turismo en Colombia según cifras del DANE 2018, se acercó al 7% de su participación en el PIB y se mejora a ese dato si se contabilizan todos sus agregados, como el

incremento en el comercio general, el transporte, los servicios complementarios, etc. El crecimiento de esta cuenta en la economía colombiana es acelerado y aunque esto se debe en mayor parte al desarrollo de estrategias políticas, de seguridad y de infraestructura, la protección de los ecosistemas es el pilar fundamental dentro de este mercado, pues brinda el capital diferenciador que reconoce y activa la privilegiada posición geográfica del país y atrae a científicos, investigadores y viajeros en general.

4.1. Normas de Avistamiento en Colombia

En Colombia la Dirección General Marítima DIMAR de la capitanía de puerto de Buenaventura Valle del Cauca, creó la Directiva Permanente número 001 del 17 de julio de 2001 y sin modificación actual, que establece procedimientos básicos que regulan el turismo de observación y los procedimientos de las embarcaciones en las aguas marítimas del pacífico colombiano, buscando disminuir el impacto sobre las jorobadas. Dentro de sus lineamientos se destacan: mantener distancias mínimas de 200 metros y si las jorobadas se acercan a la nave con menor distancia apartarse o poner motores en neutro y en caso de estar siendo estudiadas por científicos debe ser a una distancia de 300 m, permanecer un tiempo no superior a 30 minutos y esperar 60 para que otra embarcación pueda acercarse a ese mismo lugar y prohíbe seguir grupos con cría, evitar cambios bruscos o repentinos de velocidad, además los motoristas que llevan a cabo los avistamientos están sujetos a un proceso de certificación anual.

Cabe resaltar que en Colombia las jorobadas están contempladas dentro de las leyes establecidas en el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Ambiente, Decreto 2811 del 18 de diciembre de 1974, desde la protección de los recursos naturales para preservar la salud y el bienestar de las personas y todo ser vivo que interactúe en él, lo cual indica que el mar como territorio marítimo nacional debe estar en condiciones óptimas

para el goce de las personas mediante el cuidado de la biocenosis en general; Ley 99 de 1993, que responsabiliza al instituto de investigaciones marítimas y costeras INVEMAR, a realizar investigación básica y aplicada de los recursos naturales del mar territorial, emitir conceptos sobre la conservación y aprovechamiento de los ecosistemas de biosfera marítimos; política nacional de biodiversidad, en donde se expresa que la supervivencia del ser humano está en función del desarrollo de la biodiversidad biológica, ya que por medio de ella se desarrolla la economía del país, por ejemplo mediante la prestaciones de servicios turísticos (Flórez-González et al. 2007) con el Subsistema de Áreas Marinas Protegidas SAMP_ que se articula con la estructura actual del Sistema Nacional de Áreas protegidas SINAP con el objetivo de conservar in situ la biodiversidad del territorio marino costero. El Subsistema se considera una estrategia importante en respuesta a la necesidad de articular los aspectos territoriales, en términos de la complementariedad y relacionamiento de los elementos biofísicos, económicos, socioculturales y políticos del ambiente oceánico y costero del país, alrededor de una apuesta específica de conservación a través de las SAMP (INVEMAR, 2012).

5. Conclusiones

El origen de los cetáceos data del periodo eoceno y a finales de este evolucionaron a misticetos o ballenas con barbas, comenzaron a tener transformaciones físicas y comportamentales que pasaron de animales terrestres a totalmente acuáticos, capaces de adaptarse a la oferta y demanda de los recursos del ambiente. La jorobada por su composición anatómica, se convirtió en un objetivo principal de cazadores para el consumo y el comercio, lo cual llevo a reducir las

poblaciones separadas geográficamente; en consecuencia, se creó la CBI con el objetivo de controlar y legalizar la ejecución de esta actividad.

La clasificación taxonómica de las jorobadas permite diferenciarlas de las demás ballenas haciéndola única en su especie, como su complejo lenguaje sonoro, excelente capacidad auditiva, almacenamiento de oxígeno en su sangre, sistema óseo diferenciado de otros mamíferos, etc. Los varamientos de las jorobadas se aprovechan para estudiarlas más a fondo a través del análisis de sus parásitos (parasitología) que permiten conocer el pasado de su distribución geográfica. Su larga vida les permite almacenar en su cuerpo residuos químicos mediante los cuales se puede evaluar y conocer el estado de las zonas de migración.

La vida de la jorobada transcurre en dos tipos de clima, el polar donde se alimentan en época de verano y el tropical donde se reproducen. Lo anterior a través de su proceso de migración que entre los mamíferos marinos es el más largo después del ser humano. La migración de las jorobadas se estudia mediante marcación subcutánea y se sigue satelitalmente. Los registros fotográficos se realizan durante avistamientos por ejemplo en el Pacífico colombiano. También el avistamiento permite analizar y evaluar sus comportamientos con el fin de conocer su conducta, por ejemplo, el alto desarrollo del cuidado maternal o la llamada de alimentación (que aún no se ha identificado). Cada espécimen tiene su propio tono de voz y su canto es la primera evidencia de aprendizaje vocal después del hombre y que está en constante cambio.

La importancia del avistamiento ecoturístico y estudio de Jorobadas en la región pacífica colombiana, radica en ser un gran apoyo para la construcción dinámica de una cultura económica dentro de una zona que es privilegiada por albergar diversidad de parques naturales para su refugio y que además tiene el potencial y la necesidad de hacerlo, pues siempre ha sido vulnerable por el

conflicto armado, la pobreza y desigualdad. Esta quía brinda a la comunidad conocimiento para hacerlo de manera responsable con el medio ambiente.

Se recomienda evaluar en la directiva de avistamiento 001 de 2001, el acercamiento mínimo permitido de botes para avistar jorobadas, ya que establecen un mínimo de 200 m y dentro de estudios científicos sobre la perturbación de jorobadas con naves de avistamiento, descritos en el numeral 1.7 de amenazas antrópicas, indican que acercarse no más a 300 m causa alteración en el comportamiento de la especie y daños físicos en especial a madres y crías que son las más vulnerables, lo cual indica una amenaza para el libre desarrollo de esta. Tener en cuenta la recomendación mejora el bienestar de la especie y garantiza la seguridad del turista.

Las emisiones de dióxido de carbono CO₂ producidas por el combustible fósil de las naves de avistamiento generan emisiones de gases de efecto invernadero (véase en el numeral 2.6 de contaminación marina), que pueden afectar la dinámica marina y modificar la temperatura del agua, lo cual puede generar; menos frecuencia de visitas de las jorobadas y por ende pérdidas económicas en el turismo, para lo cual es necesario desarrollar un sistema de captura de CO₂ o modificar el sistema de combustible de las naves por uno más limpio ojala con la implementación de paneles solares.

7. Referencias

- Águila, A. (2014). Determinación de la frecuencia de los ataques de orcas a ballenas jorobadas en el pacífico mexicano con base en su distribución, sexo y pigmentación. Tesis pregrado biólogo marino, La Paz, Baja California Sur. [en línea]Recuperado de <http://biblio.uabcs.mx/tesis/te3096.pdf>
- Angeletti S., Cervellini P., & Massola V. (2014). Nuevo registro de ballena jorobada para el mar argentino y notas sobre sus epibiontes. Versión on-lineISSN 1666-0536, Copyrigh SAREM. [en línea]. pp. Recuperado de <https://docplayer.es/25250399-Nuevo-registro-de-ballena-jorobada-megaptera-novaeangliae-para-el-mar-argentino-y-notas-sobre-sus-epibiontes.html>
- Ávila, I., Cuellar, L., & Cantera, J. (2011). Crustáceos ectoparásitos y epibiontes de ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae* (cetácea: Balaenopteridae) en el pacífico colombiano. Revista científica Redalyc.org, UNED Research journal ISSN 1659-4266, universidad de Costa Rica. [Figura 14A y 15, p179] [en línea]. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651980001>

- Álvarez, E. (2010). Moluscos, crustáceos y equinodermos: restos de origen marino en los yacimientos prehistóricos. *El Futuro del Pasado: revista electrónica de historia*, ISSN-e 1989-9289, N°. 1, 2010, pp.83-95 [en línea]. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3637707>
- Arbelo, M. (2007). Patología y causas de muerte de los cetáceos varados en las islas canarias (1999-2005). Tesis doctoral, Universidad de las Palmas de Gran Canaria. [en línea]. Recuperado de https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=enfermedades+que+sufren+las+yubartas+&btnG=
- Acevedo, J., Aguayo, A., & Pastene, L. (2006). Filopatría de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae* Borowski, 1781), al área de alimentación del estrecho de Magallanes. *Revista de biología marina y oceanografía*, versión On-line ISSN 0718-1957, 41(1), 11-19. [en línea]. Recuperado de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-19572006000100004&lng=es&nrm=iso
- Álvarez D., Farbiarz J., & Plazas Y. (2000). Análisis del electrocardiograma de la ballena jorobada con técnicas de procesamiento de señales y redes neuronales. *revista médica universidad de Antioquia* ISSN 0121.0793 ISSN 2011 -7965. [en línea]. Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/3746>
- Aguilar B., Campos C., Chairez I., Pérez R., Trujano G., y Cabrea A. (2001). Análisis numérico de la conducta hemodinámica en presencia de arritmia cardíaca en el ser humano. *Artículo 00427 sociedad cubana de bioingeniería* 950-7132-57-5 (c). [en línea]. Recuperado de <http://www.infomed.sld.cu/eventos/habana2001/arrepdf/00427.pdf>
- Alvarado R. (1990). Sistemática, taxonomía, nomenclatura, nuevos avances en esos campos del saber. *Revista trazos* ISSN 0213-098X. [en línea]. Recuperado de http://ibdigital.uib.es/greenstone/collect/trazosVolums/index/assoc/Trazos_1/990n7.dir/Trazos_1990n7.pdf
- Basran, C., Bertulli, C., Cecchetti, A., Rasmussen, M., Whittaker, M., & Robbins, J. (2019). First estimates of entanglement rate of humpback whales *Megaptera novaeangliae* observed in coastal Icelandic Waters. *Endangered species research* Vol. 38: 67–77. [en línea]. Recuperado de <https://www.int-res.com/abstracts/esr/v38/p67-77/>
- Barlow, D., Fournet, M., & Sharpe, F. (2019). Incorporating tides into the acoustic ecology of humpback whales. *Revista Marine Mammal Science*, 35(1): 234-251. [en línea]. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/mms.12534>
- Bejder, L., Videsen, S., Hermannsen, L., Simon, M., Hand, D., & Madsen (2019). El bajo consumo de energía y el comportamiento de reposo de las parejas de ballenas jorobadas madre- cría destacan la importancia de la conservación de las áreas de reproducción protegidas. *Artículo Scientific Reports*. [en línea]. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/s41598-018-36870-7#ref-CR13>
- Barahona, A., (2019). Origen y evolución del ser humano. Artículo científico, revista ¿cómoves? de divulgación de la ciencia de la universidad nacional autónoma de México UNAM. [en línea] Recuperado de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/32/origen-y-evolucion-del-ser-humano>
- Ballester, B., (2018). Pinturas rupestres de ballenas. [Figura. 7] Recuperado de <http://www.arscan.fr/ethnologie-prehistorique/composition-de-lequipe/benjamin-ballester-riesco/>
- Bejder, M., Johnston, D., Smith, J, Freidlaender, A. & Bejder, L. (2016). Abrazando el éxito de la conservación de la recuperación de las poblaciones de ballenas jorobadas: evaluando el caso para descartar el estado de conservación en Australia. Artículo ScienceDirect, Política de

- marzo volumen 66, p.137–141. [En línea] Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308597X15001402?via%3Dihub>
- Blair, H, Merchant, N, Friedlaender, A, Wiley, D y Parks, S. (2016). Evidencia de los impactos del ruido del barco en el comportamiento de forrajeo de las ballenas jorobadas. Artículo The Royal Society The Biol. Letras.12, 2016-2020. Recuperado de <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2016.0005>
- Bortolotto G., Danilewicz D., Andriolo A. & Zerbini A. (2016). Humpback whale *Megaptera novaeangliae* (Cetartiodactyla: Balaenopteridae) group sizes in line transect ship surveys: An evaluation of observer errors. Scielo versión [en línea] ISSN 1984-4689. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/zool/v33n2/1984-4689-zool-33-02-e20150133.pdf>
- Buono, M. (2013). Evolución de los Balaenidae (Mammalia, Cetacea, Mysticeti) del mioceno de la patagonia: sistemática, filogenia y aspectos paleobiológicos tomo 1 (Tesis Doctorado en ciencias naturales). [en línea] Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34939/Tesis_-_Tomo_I.pdf?sequence=3
- Buono, M. (2013). Evolución de los Balaenidae (Mammalia, Cetacea, Mysticeti) del mioceno de la patagonia: sistemática, filogenia y aspectos paleobiológicos tomo 2 (Tesis Doctorado en ciencias naturales). [Figura. 1, 2 y 3, p 9-11] [en línea] Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34939/Tesis_-_Tomo_II.pdf?sequence=4
- Braithwaite, J, Meeuwig, J & Jenner, K. (2012). Estimación la capacidad de carga de los cetáceos según el comportamiento del espaciado. Plos One, e51347. [En línea] Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0051347>
- Bellido, L., Castillo, J., Consultores, B., Martín, J., Mons, J., & Real, R. (2006). Primera cita de una yubarta *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) en el litoral español del mar de Alborán. ResearchGate. [En línea] Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28203166_Primer_cita_de_un_yubarta_Megaptera_novaeangliae_Borowski_1781_en_el_litoral_espanol_del_mar_de_Alboran
- Bastida, R., & Rodríguez, D. (2006). Orden Cetácea. [en línea]. ResearchGate-revista científica. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/230607825_Orden_Cetacea
- Bauer, G, Mobley, J y Herman, L. (1993). Respuestas de las ballenas jorobadas invernantes al tráfico de embarcaciones. Acoust. Artículo, Soc.A.m. 94, 1848. [En línea] Recuperado de <https://asa.scitation.org/doi/10.1121/1.407708>
- Comisión colombiana del océano (2019). Mapa esquemático de Colombia. [figura 19] [en línea]. extraído de <http://www.cco.gov.co/cco/publicaciones/83-publicaciones/262-mapa-esquematico-de-colombia.html>
- Cooke, J.G. (2018). *Megaptera novaeangliae*. La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN: e.T13006A50362794. [en línea]. Recuperado de <https://www.iucnredlist.org/species/13006/50362794>
- Chávez, P. (2018). Predicting cetacean habitat in the Colombian Pacific EEZ: challenges and recommendations. Master of Environmental Management of Duke University. [Fig. 20] [en línea]. Recuperado de https://dukespace.lib.duke.edu/dspace/bitstream/handle/10161/16502/FinalMP_PaulaChavez.pdf?sequence=1
- Cancillería de Colombia (2018). Convención para la regulación internacional de la caza de ballenas. [en línea]. Recuperado de <http://www.cancilleria.gov.co/convencion-la-regulacion-internacional-la-caza-ballenas>

- CITES (2017). Apéndices I II Y III en vigor a partir del 2 de enero, Maison internationale de l'environnement • Chemin des Anémones • CH-1219 Châtelaine, Ginebra • Suiza. [en línea] Recuperado de <https://cites.org/sites/default/files/notif/S-Notif-2016-068-A.pdf>
- CARDIQUE, CARSUCRE, CODECHOCO, CORALINA, CORPAMAG, CORPOGUAJIRA, CORPONARIÑO, CORPOURABA, CRA, CRC, CVC, CVS, INVEMAR, MADS, PNN. (2016). Plan de Acción del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas - SAMP 2016-2023: Lineamientos para su consolidación en el marco de los Subsistemas Regionales de Áreas Protegidas del Pacífico y del Caribe. Editado por: A. P. Zamora-Bornachera. Proyecto COL75241, PIMS # 3997, Serie de publicaciones Generales del Invemar # 85, Santa Marta. 60 p. Recuperado de http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/plan_de_accion_final_baja.pdf
- Cifuentes, J., & Cupul, F. (2014), Temas sobre investigaciones costeras universidad de Guadalajara en México ISBN: 978-607-742-054-5. [en línea]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/271137160_Bioerosion_por_peces_en_las_comunidades_de_coral
- Cáceres, I. (2014). Estudio de contenidos de metales pesados y otros elementos esenciales en ejemplares de tonina overa (*Cephalorhynchus c. commersonii*) de las costas de tierra del fuego-Argentina. Mastozoología Neotropical. Tesis Doctorado en biología pp. 219 [en línea] Recuperado de <https://www.thefreelibrary.com/Estudio+de+contenidos+de+metales+pesados+y+otros+elementos+esenciales...-a0458164949>
- Cadena, L. (2013). De los primeros homínidos al Homo sapiens. Revista Colombiana de Bioética. pp49-63[en línea] recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/1892/189230852005.pdf>
- CPPS/PNUMA. (2012). Atlas sobre distribución, rutas migratorias, hábitats críticos y amenazas para grandes cetáceos en el Pacífico oriental. Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS / Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. Guayaquil, Ecuador. 75p. [en línea]. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/meetings/mar/ebsa-ettp-01/other/ebsa-ettp-01-cpps-sec-es.pdf>
- Correa, L. (2009). Efecto a corto plazo de las embarcaciones turísticas y en tránsito sobre el comportamiento en superficie de *Megaptera novaeangliae* durante la temporada de reproducción 2008, en bahía Málaga y alrededores (valle del Cauca- Colombia). Tesis de pregrado en biología marina de la Pontificia Universidad Javeriana en la ciudad de Bogotá. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/9945>
- CONABIO-INE. (1998). Aspectos económicos sobre la biodiversidad de México. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad/Instituto nacional de ecología-México. Libro 1-199. [en línea]. Recuperado de <http://bva.colech.edu.mx/xmlui/bitstream/handle/123456789/HASHb795fd24ed952c83d3ca97/doc.pdf?sequence=2#page=118>
- Chiluiza, D., Aguirre, W., Félix, F., & Haase, B. (1998). Varamientos de mamíferos marinos en la costa continental ecuatoriana periodo 1987-1995. Acta oceanográfica del pacífico INOCAR, Ecuador 9(1). http://condor.depaul.edu/waguirre/Chiluiza_et_al_98.pdf
- Derville, S., Torres, L., Albertson, R., Andrews O., Baker, C., Carzon P., Constantine R., Donoghue M., Dutheil C., Gannier A., Oremus M., Poole M., Robbins J., & garrigue C. (2019). Las ballenas en el calentamiento del agua: evolución en la diversidad de hábitat de reproducción y la adaptabilidad en el clima cambiante de Oceanía. Artículo de investigación primaria, Global Change Biology 1-16. [en línea]. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/gcb.14563>

- Dougnac, C. (2011). Identificación de fauna Endoparasitaria en cetáceos de tierra de fuego en Chile. Tesis de pregrado medicina veterinaria de la Facultad de ciencias veterinarias y pecuarias, Universidad de Chile. [Fig. 13^a, p. 94-96] [en línea]. Recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/146620/Identificacion%20de%20fauna%20endoparasitaria%20en%20cetaceos%20de%20Tierra%20del%20Fuego.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dunlop, R., Cato, D y Noad, M. (2008). Comunicación acústica sin canción en ballenas jorobadas migratorias (*Megaptera novaeangliae*). *Revista Marine Mammal Science* 24, 613–629. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1748-7692.2008.00208.x>
- Espina, S., & Vanegas C. (2005). Ecofisiología y contaminación. 53-78. In: Botello, A., Rendón J., Gold G., & Agraz C., (Editores). *Golfo de México contaminación e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias*, 2da edición, universidad autónoma de Campeche, univ. Nal. Auton., de México, instituto nacional de ecología. 696 pág. [en línea]. Recuperado de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=WwuryOF1jUEC&oi=fnd&pg=PA53&dq=contaminaci%C3%B3n+marina+y+muerte+de+animales&ots=EsqfARWtKm&sig=dVgkFLvMQ3dMh9NuJArAJfQ7r7U#v=onepage&q&f=true>
- Field, D., Campbell, R., Goldbogen, J., y Shadwick, R. (2010). Quantitative Computed Tomography of Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Mandibles: Mechanical Implications for Rorqual Lunge-Feeding (Tomografía computarizada cuantitativa de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) Mandíbulas: implicaciones mecánicas para la alimentación de estocada Rorqual). *The anatomical record* 293:1240–1247(2010) [en línea]. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ar.21165>
- Flórez, G., Ávila I., Capella J., Falk P., Felix F., Gibbons J., Guzmán H., Haase B., Herrera J., Peña V., Santillán L., Tobón I., & Waerebeek K. (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. P.106 [Fig. 18] [en línea]. ISBN: 978-958-96199-3-2 Recuperado de https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/11897/stri_Florez_et_al_including_Guzman_2007.pdf
- Groch, K et al. (2018) Patología y causas de muerte en ballenas jorobadas varadas (*Megaptera novaeangliae*) de Brasil. *Revista, PLoS ONE* 13 (5): e0194872.[Fig.17,p7] [en línea] Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0194872>
- Guevara, S. (2018). Patrones espaciales de comportamiento de Ballenas Jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la costa norte de Ecuador. Tesis pregrado Licenciatura en biología y ecología marina de la Universidad San Francisco de Quito. [en línea]. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7423/1/138536.pdf>
- Gallego, A., (2017). Avistamiento de Ballenas en Buenaventura: Fomento de los recursos bibliográficos en investigación de especies amenazadas. Portal de revistas SENA, *Revista Loginn*, Volumen 1, Número 2 - ISSN 2590-7441. [en línea] Recuperado de <http://revistas.sena.edu.co/index.php/LOG/article/view/1525/1696>
- González, S. (2004). Digitalización del catálogo fotográfico de la ballena gris en las lagunas de san Ignacio y ojo de liebre durante las temporadas invernales 1996.2003. Tesis de pregrado-biólogo marino. Área interdisciplinaria de ciencias del mar. la paz, B.C.S., México. [en línea]. Recuperado de <http://biblio.uabcs.mx/tesis/TE1501.pdf>

- Hernández, E. (2013). Voces en el mar, el canto de la Ballena. Revista de la facultad de Ciencias de la universidad nacional autónoma de México-unam 109-110. [Fig. 22] [En línea] Recuperado de <http://www.revistaciencias.unam.mx/images/stories/Articles/109/pdf/109B03.pdf>
- Higgs, N., Little, C., & Glover, A. (2010). Huesos como biocombustible: una revisión de la composición ósea de las ballenas con implicaciones para la biología y paleoantropología de aguas profundas. Revista, The Royal Society B: Biological Sciences. [en línea]. Recuperado de <https://royalsocietypublishing.org/doi/full/10.1098/rspb.2010.1267>
- Haro, D. (2009). “identificación individual de ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae* (Borowski, 1781) en el golfo corcovado, Patagonia norte, Chile: 2003-2009”. Tesis pregrado-biólogo marino de la universidad Austral de Chile. [Figura 12, p 39] [en línea]. Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fch292i/doc/fch292i.pdf>
- Holthuis L., y Fransen, C. (2004). Interesting records of whale epizoic crustaceans from the Dutch North Sea coast (Cirripedia, Amphipoda). Revista ResearchGate [Fig.16,p13] [En línea].Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/254911950 Interesting records of whale epizoic crustaceans from the Dutch North Sea coast Cirripedia Amphipoda>
- Irvine, L, Thums, M., Hanson, C, McMahon, C & Hindell, M. (2017).) Evidencia de un amplio rango de crías de ballenas jorobadas en la costa occidental australiana. Mar. Mamm. Sci. 34, 294–310. [en línea]. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/mms.12456>
- Jurasz C. y Jurasz V. (1979). Feeding modes of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in southeast Alaska. [en línea] Sci. Rep. Whales Res. Inst., Recuperado de <https://www.icrwhale.org/pdf/SC03169-83.pdf>
- Kubli, F (2003). Régimen jurídico de protección interna e internacional de las ballenas. Boletín mexicano de derecho comparado, 36(107), 505-530 Revista científica Scielo, versión On-line ISSN 2448-4873 versión impresa ISSN 0041-8633. [en línea] Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0041-86332003000200003&script=sci_arttext&tlng=en#nota
- López, A. (2007). Análisis experimental en conducta alimenticia. Revista ResearchGate © Copyright: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia. Murcia (España) ISSN edición impresa: 0212-9728. ISSN edición web (www.um.es/analesps): 1695-2294. [En línea] Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/40220026 Analisis experimental en conducta alimentaria>
- Leatherwood, S., Reeves, R., Perrin, W., & Evans, W. (1988). Whales, Dolphins and Porpoises of the Eastern North Pacific and Adjacent Arctic Waters A Guide to Their Identification [Figura.5 y 6, p 48-48] [en línea]. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/11017251.pdf>
- Morete, M., Abras, D., & Martins, C, (2018). Estudios de estaciones terrestres de mamíferos acuáticos en América latina: comprensión del comportamiento para la conservación. Revista ResearchGate DOI: 10.1007 / 978-3-319-56985-7_4, [en línea] Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/319067199>
- Ministerio de turismo del Ecuador (2017). Observación de ballenas del Ecuador. P.25 [Fig.10] [en línea]. Recuperado de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/BALLENAS-Cambios-compressed1.pdf>
- Marín, S (2016). Ecology as a tool for wildlife conservation, La etología como herramienta para la conservación de fauna silvestre. ResearchGate-Rev colombiana Cienc Anim 2016; 8(Supl):391-399. 2 [en línea].Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/325496842 La etologia como herramienta para la conservación de fauna silvestre>

- Meraz J. (2015) El apoyo empírico en la investigación de cetáceos. ResearchGate-revista científica ciencia y mar. [en línea]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267217039_El_apoyo_empirico_en_la_investigacion_de_cetaceos
- Magera, AM, Flemming, JE, Kaschner, K., Christensen, LB y Lotze, HK. (2013). Tendencias de recuperación en poblaciones de mamíferos marinos. Artículo, Plos One 8, e77908. Recuperado de <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0077908>
- Melgarejo E. (2009). La frecuencia cardiaca y su intervención en el manejo de la enfermedad isquémica cardiaca. Revista científica ISSN 0120-5633. [en línea]. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcca/v16n4/v16n4a4.pdf>
- Medrano, L (2009). La evolución de los cetáceos. ResearchGate. Universidad nacional autónoma de México. [en línea] recuperado de https://www.researchgate.net/publication/264974435_La_evolucion_de_los_cetaceos
- Martínez, G. (2006). Valoración contingente de la ballena jorobada en bahía banderas México. Tesis Maestría en economía pública y políticas públicas. [en línea]. Recuperado de <https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/629123/33068001017252.pdf?sequence=1>
- Medrano, L., & Ramírez J. (2002). La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL2000. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. W024. México D. F.[en línea]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/institucion/proyectos/resultados/InfW024.pdf>
- Medrano, L., & Urban, J., et al. (2000). Hábitos reproductivos e historia poblacional reciente de las ballenas jorobadas en el Pacífico mexicano. ResearchGate. [en línea]. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/265850882_Habitos_reproductivos_e_historia_poblacional_reciente_de_las_ballenas_jorobadas_en_el_Pacifico_mexicano
- Miller, P, Biassoni, N., Samuels, A. y Tyack, P. (2000). Las canciones de Whale se alargan en respuesta al sonar. Artículo, Nature 405, 903. [en línea]. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/35016148>
- Nowacek, D, Thorne, L, Johnston, D & Tyack, P. (2007). Respuestas de los cetáceos al ruido antropogénico. Mammal Rev. 37, 81–115. [en línea]. Recuperado de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2907.2007.00104.x>
- Ortiz, M., Lalana, R., & Valera, C. (2002). Lista de especies y clave ilustrada para la identificación de los escaramujos (crustácea, cirripedia), del archipiélago cubano. ResearchGate, Rev. Invest. Mar. 23(2):85-95, 2002. [en línea] Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/267403532_LISTA_DE_ESPECIES_Y_CLAVE_ILUSTRADA_PARA_LA_IDENTIFICACION_DE_LOS_ESCARAMUJOS_CRUSTACEA_CIRRIPIEDIA_DEL_ARCHIPIELAGO_CUBANO
- Peel, D., Smith, J & Childerhouse, S. (2018). huelga de ballenas en Australia: los desafíos del análisis de los datos históricos de incidentes. Artículo, P. Mar. Sci. 5, 69. [en línea] Recuperado de <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2018.00069/full>
- Parques nacionales naturales de Colombia dirección territorial pacifico. (2018). Plan de manejo parque nacional natural Gorgona 2018-2023. [en línea] recuperado de <https://pnn-web.storage.googleapis.com/uploads/2018/06/PM-PNN-Gorgona-JUNIO-22.pdf>
- Pinkus, M. (2010). El hombre y los artrópodos: un vínculo inalienable. Revista Scielo Península, versión impresa ISSN 1870-5766. Recuperado http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-57662010000200004#nota

- Pozas, P. (2009). Voces del planeta Aebius. ISBN 978-84-15402-02-2 [en línea] Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=9whZBQAAQBAJ&pg=PA85&lpg=PA85&dq=los+OCs+productos+quimicos&source=bl&ots=wqbx-MWcR&sig=w8ofHyqmUcsuhSy9AQEYaH9V3AQ&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjB3vShkJ3fAhVKrlkKHTDIA7kQ6AEwCXoECA YQAQ#v=onepage&q=los%20OCs%20productos%20quimicos&f=false>
- Quiroz, D (2018). Una maquina maravillosa. Capitalismo, materialidades y la caza de ballenas en el extremo sur de Chile. Revista Chilena de Antropología 37:143-163 [Figura 4, p 148.] [en línea]. Recuperado de <https://revistahistoriaindigena.uchile.cl/index.php/RCA/article/view/49488/51954>
- Quiroz D. (2011). la flota de la sociedad ballenera de magallanes: historias y operaciones en los mares australes (1905-1916). Revista Scielo Magallania, (chile), vol. 39(1):33-58. [en línea]. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/magallania/v39n1/art02.pdf>
- Rockwood, R, Calambokidis, J., Jahncke, J. y Li, S. (2017). La alta mortalidad de las ballenas azul, jorobada y aleta por el modelado de colisiones de barcos en la costa oeste de los EE. UU. Sugiere impactos en la población y una protección insuficiente. Artículo, Plos One12, e0183052. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0183052>
- Reynolds, j. (2005). Ballenas en general. Archivos de Medicina (Col). ISSN 1657-320X. [en línea]. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=273820325003>
- Ramos A. (2008). Gobernabilidad en la aplicación, observancia e implementación nacional de los acuerdos del plan de acción par a la protección del medio marino y las áreas costeras del pacífico sudeste - capitulo Colombia. [en línea]. Recuperado de <http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/6417Cap%20ColombiaCPPS13.pdf>
- Reynolds, J. (1993). Electrocardiografía del corazón de la ballena. Acta Med Colomb vol.18N°2. [En línea] recuperado de [http://www.actamedicacolombiana.com/anexo/articulos/02-1993-14-Electrocardiografia del corazon de la ballena.pdf](http://www.actamedicacolombiana.com/anexo/articulos/02-1993-14-Electrocardiografia%20del%20corazon%20de%20la%20ballena.pdf)
- Sarrantino, C. (2018). Efectos de los contaminantes sobre el sistema inmune de cetáceos. Tesis pregrado en biología universidad de la laguna. [En línea]. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/9691/Efectos%20de%20los%20contaminantes%20sobre%20el%20sistema%20inmune%20de%20cetaceos.pdf?sequence=1>
- Suárez, A. (2017). El impacto de terremotos al comportamiento acústico de Ballenas Jorobadas, Megaptera novaeangliae, en la Costa Ecuatoriana. tesis pregrado en biología. [en línea] tesis de grado. Recuperado de <http://192.188.53.14/bitstream/23000/6401/1/131029.pdf>
- Sánchez, V., Botello, F., Flores, J., Gómez, R., Guevara, L., Gutiérrez, G., & Rodríguez, Á. (2014). Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista mexicana de biodiversidad, 85(Supl. ene), S496-S504. [en línea]. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532014000200057
- Salazar, S., & Molina, A. (2009). Bicentenario de Darwin: Cirrípodos y contribuciones en taxonomía. ResearchGate, articulo científico Ciencia y mar. [en línea] Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/268260609_Bicentenario de Darwin Cirripodos y contribuciones en taxonomia](https://www.researchgate.net/publication/268260609_Bicentenario_de_Darwin_Cirrripodos_y_contribuciones_en_taxonomia)
- Sánchez, R. (2007). Antártica, introducción a un continente remoto. Copyright by Editorial albatros SACI, Buenos aires Argentina, ISBN 978-987. [en línea] Recuperado de https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=Jly4Ojdi15IC&oi=fnd&pg=PA15&dq=antiguos+usos+de+las+ballenas+jorobadas&ots=f0_s-q-C-v&sig=yq-25_LfBsULx5AMH6SBIK0IBM#v=onepage&q=ballena%20jorobada%20&f=false

- Sánchez, A.C. (2000). Origen y evolución del parasitismo. Recibe Distinción Real Academia de Ciencias Físicas, Químicas, Exactas y Naturales. Universidad de Zaragoza. [en línea]. Recuperado de <http://www.raczar.es/webracz/ImageServlet?mod=publicaciones&subMod=discursos&archivo=Caridad.pdf>
- Scarft, J. (1986). Occurrence of the barnacles coronula diadema, c. reginae and cetopirus complanatus (cirripedia) on right whales. Sci. Rep. Whales Res. Inst., No.37,1986,129-153. [en línea] Recuperado de <https://www.icrwhale.org/pdf/SC037129-153.pdf>
- Tyack, PL. (2008). Implicaciones para mamíferos marinos de cambios a gran escala en el entorno acústico marino. J. Mammal. 89, 549–558. [en línea]. Recuperado de <https://academic.oup.com/jmammal/article/89/3/549/860105>
- Urban, R., Fossi, M., Panti, C., & Marsili, L., & Rojas, L. (2014). Whales as bioindicators of oceans' ealth using non-lethal techniques, Las ballenas como bioindicadoras de la salud de los océanos utilizando técnicas no-letales. [en línea] (Investigación científica). Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/273257982_Whales_as_bioindicators_of_oceansealth_using_non-lethal_techniques
- Vásquez, A., & Trujillo, F. (2017). Aletas caudales de ballena jorobada (Megaptera novaeangliae), Península Antártica. III Expedición Antártica Colombiana "Almirante Padilla". Verano Austral 2016-2017. Rapid Color Guide # 934, versión 1. The Field Museum Chicago. Available online at <http://fieldguides.fieldmuseum.org> y https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/934_colombia_humpback_whales_fins.pdf
- Villegas F., y Castillejos F (2013). Primer registro de alimentación oportunista de ballena jorobada (Megaptera novaeangliae) en la costa de Oaxaca, México. [Fig. 21] [en línea] Revista científica Scielo Therya Versión on-line ISSN 2007-3364. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/therya/v4n1/v4n1a12.pdf>
- Yumiseva, C, (2004). Uso de habitat y aspectos ecológicos de la ballena jorobada (cetácea: Balaenopteridae: Megaptera novaeangliae), en las zonas marinas del parque Nacional Machalilla Ecuador (Tesis pregrado). [en línea] Recuperado de http://www.yaqupacha.org/fileadmin/user_upload/pdf/tesis_c_yumiseva2000.pdf
- Ministerio de turismo del Ecuador (2017). Manual Observación de ballenas del Ecuador [Figura 10. H]. Recuperado de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/BALLENAS-Cambios-compressed1.pdf>
- Zurita J. (2015). Avistamiento de ballenas jorobadas (Megaptera novaeangliae), con fines turísticos en la caleta el Ñuro, provincia de talara, región Piura en Perú. Tesis de grado. [en línea]. Recuperado de <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/862/PES-ZUR-PAV-15.pdf?sequence=1>
- Deposiphotos.com (2019) Imágenes recuperadas de (A)Pedúnculo caudal o cola <https://sp.depositphotos.com/273659572/stock-photo-beautiful-close-up-photo-shooting.html> (B)Aleta caudal o platija <https://sp.depositphotos.com/245860664/stock-photo-whale-watching-humpback-whales-antarctica.html>(C)Aleta dorsal <https://sp.depositphotos.com/233401332/stock-photo-humpback-whale-fin-iceberg-background.html> (D) Espiráculo o aberturas nasales <https://sp.depositphotos.com/272830968/stock-photo-blowhole-of-a-humpback-whale.html> (E) Placas o barbas <https://sp.depositphotos.com/239679456/stock-photo-whale-waters-antarctic-whale-its.html> (F) callosidades <https://sp.depositphotos.com/60322767/stock-photo-humpback-whale-head-coming-up.html> (G) protuberancias carnosas de las aletas pectorales <https://sp.depositphotos.com/272831038/stock-photo-flapper-of-a-humpback-whale.html>

(croquis general jorobada) <https://sp.depositphotos.com/271837128/stock-illustration-hand-drawn-vector-humpback-whale.html>