

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y EXACTAS

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Caracterización de la composición de grupos de Ballenas Jorobadas (*Megaptera
novaeangliae*) en el Parque Nacional Machalilla, Manabí, Ecuador.

Monografía previa a la obtención del título de Bióloga en Ciencias Biológicas

Emilia Elizabeth Luzuriaga Cáceres

Quito, 2024

Certificación de la finalización de la monografía

Certifico que la Monografía de la carrera de Biología, de la Srta. EMILIA ELIZABETH LUZURIAGA CÁCERES ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Firma del director de la Monografía

Santiago F. Burneo

Quito, 20 de junio de 2024

Dedicatoria

A mi mamá Susana, quien ha sido mi mayor apoyo y fuente de amor en este camino. A mi querida abuelita Leonor, sus enseñanzas y sabiduría siempre estarán conmigo. A mi tutor Santiago Burneo, por su paciencia, entendimiento y guía constante para culminar esta etapa. A la Pacific Whale Foundation, por brindarme el acceso a los datos fundamentales para llevar a cabo este estudio.

Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos	IV
RESUMEN	1
ABSTRACT:.....	2
1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. Marco teórico	3
1.1.1. Biología y ecología de <i>Megaptera novaeangliae</i>	3
1.1.2. Historia de explotación y conservación	7
1.1.3. Contexto y objetivos de estudio	8
2. OBJETIVOS	10
2.1. Objetivo General	10
2.2. Objetivos Específicos.....	10
3. METODOLOGÍA	11
3.1. Área de estudio	11
3.2. Variables de análisis	11
3.3. Categorización de grupos.....	12
3.4. Mapeo de distribución.....	12
3.5. Análisis descriptivos y estadísticos.....	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
4.1. Mapeo de distribución espacial.....	14
4.2. Análisis descriptivos y estadísticos.....	16
4.2.1. Abundancia de ballenas jorobadas y crías en el año 2023.....	16
4.2.2. Tamaño de grupos	18
4.2.3. Tendencias temporales en la composición de grupos	20
4.2.4. Influencia de la distancia a la costa y profundidad del mar	22
5. CONCLUSIONES	30
BIBLIOGRAFÍA	32

RESUMEN

Se investigó la distribución espacio-temporal y la dinámica de los grupos de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) dentro del Parque Nacional Machalilla, Ecuador, durante la temporada de reproducción de 2023. Utilizando datos recopilados por embarcaciones turísticas y análisis de Sistemas de Información Geográfica, documentamos variaciones en el tamaño y composición de grupos, uso de hábitat y distribución de ballenas jorobadas. Se encontró una mayor presencia de grupos de madres con crías a distancias menores a 1000 metros de la costa y en profundidades menores a 30 m. Los avistamientos de grupos sin crías exhibieron una dispersión amplia en el hábitat, desde distancias cercanas a la costa hasta alcanzar los 17 000 m mar adentro. Se observó el inicio del periodo de partos a principios de junio, con un incremento significativo en agosto y septiembre. Estos resultados resaltan la importancia de áreas cercanas a la costa como hábitat crítico para las ballenas jorobadas durante la reproducción en el Parque Nacional Machalilla y subrayan la necesidad de estrategias efectivas de conservación para proteger estos hábitats clave.

Palabras clave: ballena jorobada, composición de grupos, distribución, sistemas de información geográfica, sitios de reproducción.

ABSTRACT:

This study investigated the spatio-temporal distribution and dynamics of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) groups within Machalilla National Park, Ecuador, during the 2023 breeding season. Using data collected from tourist vessels and Geographic Information System analyses, we documented variations in group size and composition, habitat use, and distribution of humpback whales. A higher presence of mother-calf groups was found in shallow waters near the coast and at depths less than 30 m. Sightings of groups without calves exhibited wide dispersion in habitat, ranging from nearshore distances to up to 17 000 m offshore. The calving season started in early June, with a significant increase observed in August and September. These findings underscore the critical importance of nearshore areas as habitat for humpback whales during reproduction in Machalilla National Park and emphasize the need for effective conservation strategies to protect these key habitats.

Keywords: breeding sites, distribution, geographic information systems, group composition, humpback whale.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Marco teórico

La presente monografía tiene la finalidad de analizar la distribución espacial-temporal y el tamaño de los grupos de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en el Parque Nacional Machalilla, Manabí, Ecuador, durante su temporada de reproducción en el año 2023. A través de la recopilación y análisis de datos de avistamientos realizados por embarcaciones turísticas y viajes de investigación, este estudio busca proporcionar información actualizada sobre la dinámica social y reproductiva de estas ballenas. Además, se pretende comparar estos datos con estudios previos para identificar patrones, similitudes y diferencias, contribuyendo así a la comprensión científica y a la gestión efectiva de la biodiversidad marina en la región.

1.1.1. *Biología y ecología de Megaptera novaeangliae*

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) es una especie grande y robusta de entre 14 y 17 metros y, aproximadamente, 40 000 kg de peso, de color negro o blanco en el dorso y patrones de coloración variables en el vientre, que van de negro a blanco y grises (Reeves et al., 2002). Posee grandes aletas pectorales que miden un tercio de su tamaño corporal, de ahí su nombre *Megaptera* del griego *mega* (grande) y *pteron* (aleta) (Bastida y Rodríguez, 2009). Su aleta dorsal, ubicada en la joroba se observa con frecuencia al arquear el cuerpo antes de sumergirse y es crucial para identificar individuos, al igual que su cola que de manera ventral presenta diferentes patrones y coloración para cada ballena (Reeves et al., 2002).

Las ballenas jorobadas tienen una distribución cosmopolita, se encuentran en todos los océanos del mundo, con pocos avistamientos en el Mediterráneo (Deméré, 2014). Sobresalen por realizar migraciones anuales de gran amplitud, desplazándose desde zonas polares, donde se alimentan, hasta regiones tropicales y subtropicales en las que se lleva a cabo su proceso

reproductivo (Dawbin, 1966). Esta es la migración más larga que realiza un mamífero, con viajes de hasta 16,000 km (Reeves et al., 2002). Las hembras al final del período de lactancia son las primeras en dirigirse hacia las áreas de reproducción, les siguen los juveniles, los machos y las hembras adultas, y, por último, las hembras preñadas que van a dar a luz en estas aguas. La migración de regreso a las áreas de alimentación se realiza en el orden inverso, siendo las hembras recién preñadas las primeras en partir (Dawbin, 1966).

En la región antártica se reconocen siete poblaciones identificadas por la Comisión Ballenera Internacional, de éstas la población del Pacífico Sudeste es designada como el grupo de reproducción G (IWC, 1998). Esta población se alimenta en el sur de Chile y en el oeste de la Península Antártica y realiza su proceso reproductivo desde el mes de junio hasta el mes de octubre en las costas desde el norte de Perú, Ecuador, Colombia, Panamá, hasta Costa Rica (Acevedo et al., 2007). Se sabe que las ballenas jorobadas del grupo G realizan una de las migraciones más largas reportadas entre los mamíferos, con evidencia de viajes inusuales a Brasil, Islas Sandwich y la Polinesia (Félix et al. 2020).

Las interacciones sociales de estas ballenas son fundamentales en su comportamiento y estructura social, la formación de grupos influye en las estrategias específicas de uso de hábitat, alimentación, defensa contra depredadores y reproducción (Clapham, 1996; Wray et al., 2020). La comprensión de estos grupos sociales y del uso de hábitat juega un papel esencial en la modelación de la dinámica espacial y temporal de la especie, para evaluar sus patrones de distribución y comportamentales (Ersts y Rosenbaum, 2003). Las ballenas jorobadas usualmente forman grupos pequeños e inestables, sus asociaciones entre individuos no son permanentes, ni a largo plazo (Dunlop, 2022; Félix y Haase, 2001); se ha observado una estructura dinámica de grupo con cambios en la composición cada 30 minutos (Félix y Novillo, 2015). La única asociación estable que presentan es la de madre y cría (Dunlop, 2022). Aunque se sabe que las ballenas jorobadas tienen cuidado parental solitario, durante la temporada de

parto se observa la formación de grupos que incluyen a la madre, la cría y un escolta (Pacheco et al., 2009). Este escolta desempeña un papel fundamental al proporcionar defensa y protección tanto contra depredadores como contra otros machos adultos, además que, al reducir la competencia, tienen una mayor oportunidad de reproducción con la hembra (Herman y Antoja, 1977). Sin embargo, también se observan grupos compuestos por madre, cría y más de un adulto que se une al grupo para competir por acceso a la hembra (Baker y Herman, 1984).

Se reconoce la importancia del hábitat como el medio donde ocurre la interacción social en sitios de reproducción (Lunardi et al., 2010). La preferencia de hábitat varía con las temporadas, en la época de reproducción y parto, la profundidad del mar es un factor importante que influye en la organización social (Deméré, 2014). Los grupos de madres con cría muestran una preferencia por profundidades de 20 metros y menores en hábitats cercanos a islas, arrecifes y plataformas continentales (Erts y Rosenbaum, 2003; Félix y Bortero-Acosta, 2011).

La distancia a la costa es otro factor que influye en el tamaño de grupo y organización social, los grupos con crías tienen una preferencia por hábitats cercanos a las costas (Deméré, 2014; Erts y Rosenbaum, 2003). Las aguas costeras proporcionan seguridad y refugio cuando el mar está agitado, lo cual ayuda a las ballenas a conservar energía, ya que nadar en aguas turbulentas podría incrementar su gasto energético (Whitehead y Moore, 1982). Se sabe que las madres con cría tienden a acercarse a la costa con mayor frecuencia en la tarde para evitar condiciones marítimas adversas y tormentas y evitar el acercamiento de machos competitivos, lo cual tiene un efecto positivo en la supervivencia de la cría (Félix y Bortero-Acosta, 2011). Por otro lado, los grupos grandes tienden a ubicarse en sitios más lejanos a la costa que los grupos pequeños de ballenas jorobadas (Erts y Rosenbaum, 2003; Félix y Haase, 2005). En la temporada de alimentación en los polos, la distribución de las ballenas, el alimento y nutrientes está limitada por la temperatura del agua, zonas de borde de hielo, frentes oceánicos y corrientes limítrofes orientales (Deméré, 2014).

Las ballenas jorobadas se alimentan en áreas templado-frías y polares de una gran variedad de presas, desde kril con una predominancia en el hemisferio sur, hasta cardúmenes grandes de peces y en algunos casos de organismos del fondo marino (Bastida y Rodríguez, 2009; Owen, 2015). Emplean una técnica llamada alimentación de redes de burbujas, donde emiten burbujas mientras nadan en círculos, creando un anillo que atrapa a las presas (Jurazs y Jurazs, 1979). Se ha observado este comportamiento tanto de manera individual como cooperativa con observaciones de supergrupos de 20 o más individuos, con una observación excepcional de 200 individuos en Sudáfrica (Findlay et al., 2017). Durante este proceso, exhiben maniobras corporales complejas y variables, ajustando su ángulo de rotación y tasa de giro en diferentes etapas (Wiley et al., 2011); esta técnica está facilitada por la morfología única de sus aletas, que permite concentrar eficientemente diferentes tipos de presas y acceder a aquellas que de otro modo estarían fuera de su alcance.

La actividad reproductiva de las ballenas jorobadas se realiza en zonas cercanas a los 20° de latitud en los dos hemisferios y zonas ecuatoriales (Bastida y Rodríguez, 2009), donde forman grupos de tres o más individuos, conformados por una hembra y escoltas machos que buscan reproducirse (Félix y Novillo, 2015). Estos grupos exhiben un comportamiento agresivo, predominado por una gran actividad en la superficie, embestidas, golpes de cola y cuerpo, con el propósito de competir por el acceso a la hembra (Tyack y Whitehead, 1980, Reeves et al., 2002). Debido a la alta inversión parental de las madres de ballenas jorobadas y el largo período de amamantamiento, los machos tienden a ser selectivos al elegir pareja, por lo que hay más grupos competitivos asociados con hembras sin crías y menos asociados a hembras con crías (Lunardi et al., 2010). Las hembras preñadas tienen un periodo de gestación de alrededor de un año, para después dar a luz en los trópicos (Reeves et al., 2002).

El canto de las ballenas jorobadas juega un papel crucial en su comportamiento reproductivo. Durante la temporada de reproducción, cuando solo los machos cantan, los cantos

son complejos y están estrechamente ligados a la atracción de hembras (Winn y Winn, 1978). También hay registros de cantos en zonas de migración y alimentación (Parks et al., 2014; Winn y Winn, 1978). La temporada en la que empieza el canto puede estar influenciada por el fotoperiodo, es decir por la cantidad de tiempo expuestas a la luz solar, pero también por otras variables como la temperatura, la condición corporal, la disponibilidad de alimento y las interacciones sociales (Kowarski et al., 2022).

1.1.2. Historia de explotación y conservación

Durante varios periodos de tiempo se realizó una caza extensa de ballenas jorobadas cerca de islas y áreas costeras en el hemisferio sur y en el Océano Atlántico con el fin de obtener su aceite, grasa, barbas y carne que tenían una gran demanda para diversos fines comerciales e industriales (Reeves et al., 2001b; Reeves y Smith, 2002). Balleneros estadounidenses cazaron, posiblemente, más de 500 ballenas jorobadas cerca de las islas de Cabo Verde durante las décadas de 1850 y 1860 (Reeves et al., 2001a). En el noreste de Brasil, se calcula que entre 11 000 y 32 000 ballenas jorobadas fueron cazadas entre 1830 y 1924 (Braga de Morais et al., 2017). La implementación de técnicas modernas de caza de ballenas a inicios del siglo XX resultó en un aumento significativo en la captura anual de ballenas, lo que provocó rápidamente el declive de esta población (Tønnessen y Johnsen, 1982). Desde este periodo se estima que 200 000 ballenas fueron cazadas en el hemisferio sur (Bastida y Rodríguez, 2009).

En respuesta a esta explotación intensa se implementaron medidas de conservación como la protección total hacia ballenas jorobadas otorgada por la International Whaling Commission (IWC) en 1966 (Reeves y Leatherwood, 1994). Sin embargo, la flota soviética continuó con la explotación ilegal hasta 1973, periodo en el que cazaron al menos 72 542 ballenas jorobadas en el Océano Austral (Clapham et., 2009). A pesar de esto, estudios actuales

muestran una recuperación importante en sus poblaciones (Bejderer et al., 2016; Zerbini et al., 2011). La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha determinado que la población global de ballenas jorobadas se está recuperando significativamente y no está afectada por los niveles actuales de mortalidad antropogénica, por eso ha reclasificado el estado global de las ballenas jorobadas de Vulnerable a Preocupación Menor (Cooke, 2018). Sin embargo, persisten preocupaciones sobre subpoblaciones de Oceanía y del Mar Árabe que aún carecen de suficientes datos y enfrentan amenazas potenciales para su recuperación (Childerhouse et al., 2008; Minton et al., 2008). En la actualidad se sabe que las principales amenazas de las ballenas jorobadas son la interacción con redes de pesca (Castro et al. 2011; Félix et al. 2011), contaminación marina, colisión con barcos (Félix et al 2011; Ransome et al. 2021) y el turismo irresponsable (Scheidat et al. 2004). Además, el aumento de las temperaturas del agua a nivel global puede traer cambios en la migración, reproducción y alimentación de esta especie (Pelayo-González, 2022).

Es necesario implementar medidas de conservación que mitiguen estos riesgos. Esto incluye la regulación estricta de las actividades de pesca para evitar enredos accidentales (Johnson et al., 2005) y la promoción de prácticas turísticas responsables que minimicen el estrés y las perturbaciones a las ballenas (Scheidat et al., 2004). Incorporar los hallazgos de estudios recientes sobre la distribución y preferencia de hábitat de estas ballenas es importante para establecer áreas prioritarias para su protección, regulación y conservación en las costas del Ecuador.

1.1.3. Contexto y objetivos de estudio

La presente monografía aborda la distribución espacial-temporal y tamaño de los grupos de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en el Parque Nacional Machalilla,

Manabí, Ecuador, durante su período de reproducción en el año 2023. El Parque Nacional Machalilla, ubicado en la provincia costera de Manabí, Ecuador, es una de las áreas protegidas más extensas en la costa ecuatoriana, abarcando 531.8 km² que incluyen tanto 417.5 km² de tierra como 144.3 km² de área marina y comprende las Islas La Plata, Salango y limita con la Reserva Marina Cantagallo (INEFAN, 1997). Este es un sitio de relevancia turística, especialmente en la temporada de ballenas, cuando numerosas embarcaciones turísticas realizan avistamientos diarios de ballenas jorobadas en el trayecto de Puerto López a la Isla de la Plata y en la Isla Salango (Scheidat et al., 2004). Esta actividad turística subraya la necesidad de estudios científicos para gestionar de manera efectiva la diversidad marina en el área.

El estudio llevado a cabo por Félix y Haase (1998) en la Isla de la Plata analizó el tamaño de los grupos de ballenas jorobadas y, como resultado, obtuvo que los grupos estaban compuestos por uno a cinco individuos, donde los grupos formados por dos individuos fueron los más abundantes, seguido por los grupos de tres y de un individuo.

De igual forma, el estudio de Félix y Haase (2001), es esencial para comprender la composición de grupos de ballenas jorobadas en las costas de Manabí, esta investigación destaca cambios estacionales en el tamaño y composición de los grupos, con un aumento en el tamaño promedio desde junio hasta julio y se registró un aumento en la presencia de madres con crías a partir de mediados de agosto. En cuanto a los grupos competitivos, se observó que estaban compuestos por tres o más individuos y se registró un aumento de este tipo de grupos a finales de julio y agosto. Los avistamientos de ballenas disminuyen a finales de septiembre y para octubre se registran ocasionalmente madres con cría.

A pesar de estos valiosos aportes, es importante reconocer la necesidad de una investigación continua y actualizada, para detectar posibles variaciones a lo largo de los años.

La evolución del conocimiento científico y las cambiantes condiciones ambientales subrayan la necesidad de una revisión contemporánea de estos patrones e interacciones. Esta monografía busca revisar la información existente y contribuir a la literatura científica sobre las ballenas jorobadas en la costa del Ecuador y la Isla de La Plata, brindando una visión más profunda y actualizada de la dinámica social de estos mamíferos marinos en el área de estudio.

Este enfoque no solo enriquecerá nuestra comprensión de la biología de estas especies, sino que también informará las estrategias de conservación y gestión de la biodiversidad marina en el Parque Nacional Machalilla.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Caracterizar la composición y tamaño de grupos de ballenas jorobadas en la Isla de La Plata, Manabí, Ecuador, durante la temporada de reproducción centrándose en la distribución espacial-temporal y poblacional.

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar las variaciones en la composición y tamaño de los grupos de ballenas jorobadas a lo largo de los meses de reproducción en el Parque Nacional Machalilla.
- Identificar patrones de distribución espacial y uso de hábitat de los distintos grupos analizando la profundidad del mar y distancia a la costa.

3. METODOLOGÍA

3.1. Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Parque Nacional Machalilla, Manabí, Ecuador (1,54 °S; 80,68 °W). El análisis se centró en los datos recopilados durante los avistamientos de ballenas jorobadas en el trayecto de Puerto López a la Isla de la Plata, viajes a la Isla Salango y zonas aledañas a las costas de Puerto López en el año 2023. Estos datos fueron proporcionados por la Pacific Whale Foundation, recolectados a través de embarcaciones turísticas y viajes de investigación durante la temporada de reproducción de ballenas, desde junio a octubre.

3.2. Variables de análisis

Las variables analizadas incluyeron las coordenadas geográficas (tomadas mediante GPS) de cada punto de avistamiento, el número de individuos en cada grupo avistado, el mes, la composición del grupo, la profundidad del mar y la distancia a la costa.

Para obtener la distancia a la costa y la profundidad del mar en cada punto de avistamiento de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla, se utilizó el software ArcGIS Desktop v10 (ESRI, 2023). Primero, se creó una capa de puntos para representar los avistamientos de ballenas jorobadas durante la temporada de reproducción del 2023 donde cada punto representa un avistamiento de un grupo de ballenas.

Para calcular la distancia a la costa, se utilizó la herramienta *Near*, que permite calcular la distancia entre cada punto de avistamiento y la línea de costa más cercana. Se utilizó una capa del perfil de Ecuador para realizar el cálculo, la distancia a la costa se expresó en metros.

Para obtener la profundidad del mar en cada punto de avistamiento, se utilizó una capa de batimetría de *Living Atlas* en ArGIS Online y se utilizó la herramienta *Extract Values to*

Points para extraer la profundidad del mar en cada punto de avistamiento, la profundidad se expresó en metros (ESRI, 2024).

3.3. Categorización de grupos

Los grupos de ballenas fueron clasificados mediante categorías predefinidas que permiten una mejor comprensión de las dinámicas sociales y reproductivas de las ballenas jorobadas en el área de estudio:

- adultos sin crías,
- madres con cría,
- madres con cría y escolta,
- madres con cría y grupo de adultos.

3.4. Mapeo de distribución

Se realizó un mapeo detallado de la distribución espacial y temporal de los grupos de ballenas jorobadas utilizando ArcGIS Desktop. Cada punto en el mapa representó un grupo avistado, incluyendo información sobre el tamaño y la composición grupal, considerando la profundidad del mar y la distancia a la costa como factores clave para comprender mejor los patrones de distribución y uso de hábitat.

3.5. Análisis descriptivos y estadísticos

Se realizaron análisis descriptivos para resumir y comparar los datos recopilados, destacando patrones y tendencias a lo largo de la temporada de reproducción del 2023. Se llevó a cabo un análisis descriptivo de la composición y tamaño de los grupos de ballenas jorobadas,

calculando el número promedio de ballenas avistadas por grupo, así como la proporción de adultos y crías en cada mes.

La probabilidad de ocurrencia se obtuvo a partir del número total de avistamientos en cada profundidad y distancia a la costa, donde 1,00 representa el mayor número de avistamientos y 0,00 el menor número de avistamientos. Para evaluar la relación entre la profundidad del mar y distancia a la costa y la probabilidad de ocurrencia de grupos con y sin crías, se utilizaron análisis estadísticos en el programa R. En primer lugar, se realizó una regresión lineal simple entre la profundidad del mar y distancia a la costa (variable independiente) y la probabilidad de ocurrencia (variable dependiente) para cada grupo (con y sin crías). Luego, se evaluó la significancia estadística de la pendiente de la regresión mediante el cálculo del valor de p . Se consideró que la pendiente era estadísticamente significativa si el $p < 0,05$. Además, se calculó el coeficiente de determinación (R^2) para evaluar la cantidad de variabilidad en la probabilidad de ocurrencia que puede ser explicada por la profundidad del mar y distancia a la costa.

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANOVA) en R para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos de madres con cría, madres con cría y escolta, madres con cría y grupo y grupos sin cría, con relación a la profundidad del mar y distancia a la costa. Se aplicó la prueba de Tukey, la cual proporciona valores de p ajustados para todas las comparaciones posibles entre los grupos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Mapeo de distribución espacial

Durante la temporada de reproducción del 2023, se registraron un total de 2187 avistamientos de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla, los cuales se distribuyeron de manera heterogénea en el área de estudio, con una predominancia en los alrededores de la Isla de la Plata debido a que los avistamientos se realizaron a través de embarcaciones turísticas en el trayecto de Puerto López a la Isla de la Plata en su mayoría y a la Isla Salango, de igual forma se realizaron viajes únicamente de investigación en los que se recolectaron datos en las costas cercanas a Puerto López (Figura 1). La mayoría de los avistamientos se concentraron en la zona costera, especialmente en áreas con profundidades menores a 50 metros de profundidad y distancias a la costa menores a 1000 m. En contraste, se observaron pocos avistamientos en la zona marina más alejada de la costa y en áreas con profundidades mayores a 100 m.

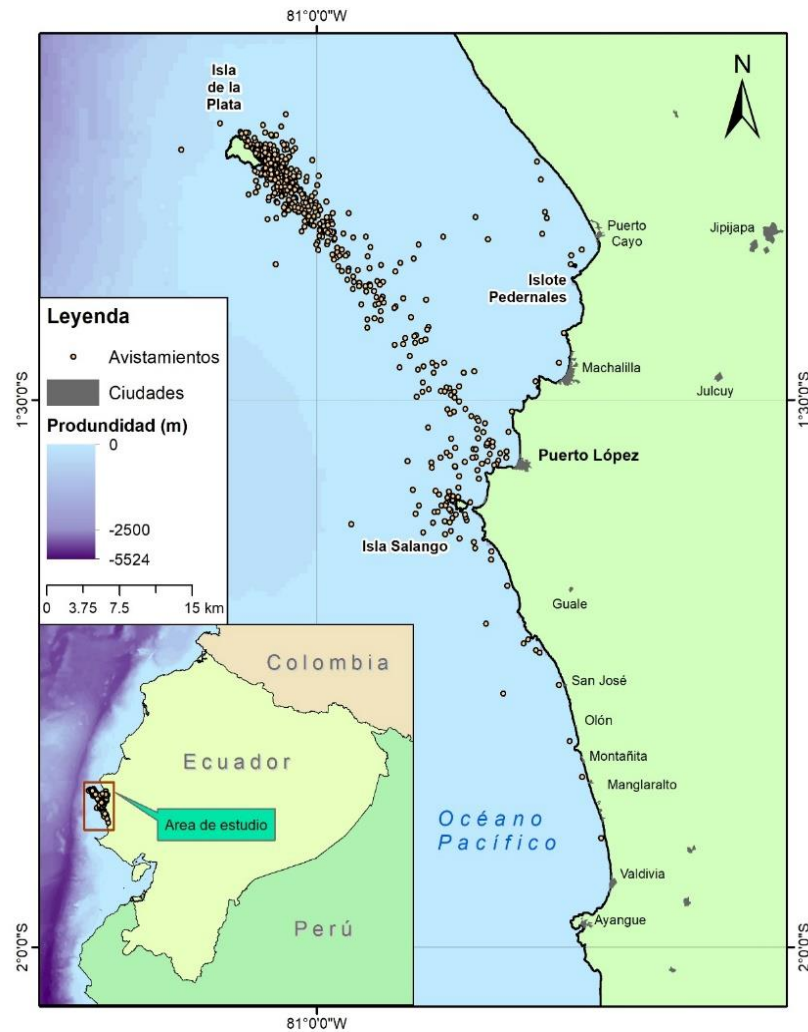


Figura 1. Mapa de avistamientos de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla durante la temporada de reproducción del 2023. Cada punto representa un avistamiento de un grupo de ballenas jorobadas.

En los cinco meses de la temporada de reproducción en el Parque Nacional Machalilla, se observa una concentración de avistamientos de grupos de adultos desde junio hasta octubre, con una mayor presencia de adultos sin crías (Figura 2, puntos blancos) en junio y julio, y un

incremento significativo de grupos con crías (puntos azules) en agosto y septiembre. En octubre, se observa una proporción similar entre avistamientos de adultos y grupos con crías.

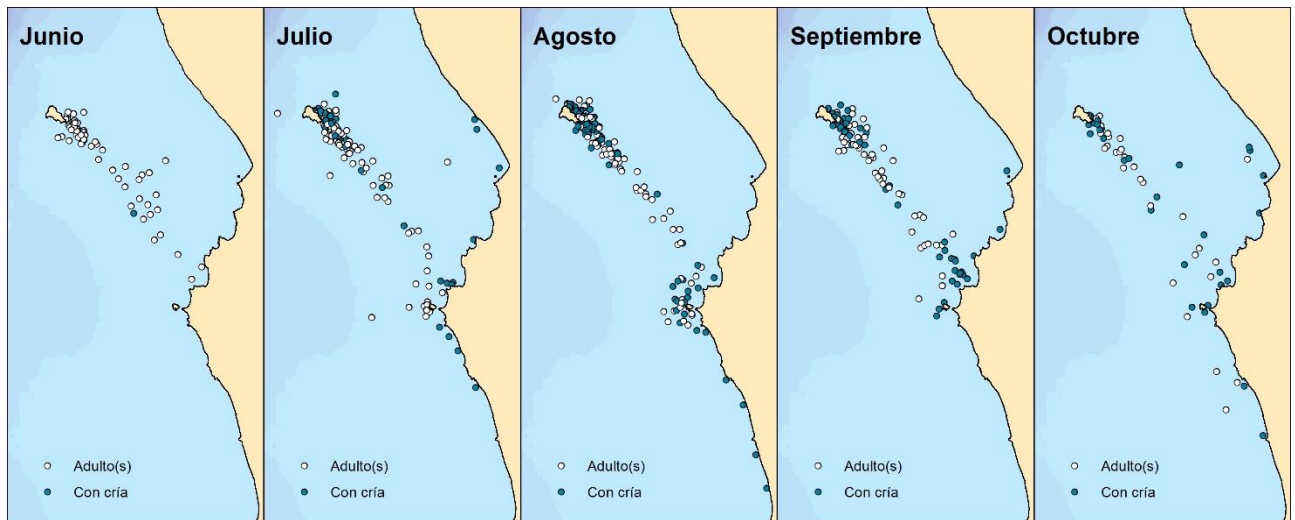


Figura 2. Mapa de avistamientos de ballenas jorobadas por mes. Los puntos blancos representan los avistamientos de adultos sin crías y los puntos azules representan avistamientos de grupos con crías.

4.2. Análisis descriptivos y estadísticos

4.2.1. Abundancia de ballenas jorobadas y crías en el año 2023

Durante la temporada de reproducción de ballenas jorobadas en el año 2023, se registraron un total de 2189 avistamientos de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla. Los resultados obtenidos muestran una variación en el número de avistamientos mensualmente (Figura 3). En junio se registraron 172 avistamientos de ballenas jorobadas, el menor número del período de estudio. En agosto, se alcanzó el máximo con 748 avistamientos. Se observa un aumento desde junio hasta agosto y una disminución en los meses siguientes. Esto refleja un patrón característico de las áreas de reproducción, donde se observa un aumento tras la llegada de las ballenas en junio, un pico máximo durante los meses de julio y agosto, y

una reducción en los avistamientos en septiembre cuando las ballenas inician su migración hacia las zonas polares (Félix y Haase, 2001; Scheidat et al., 2000).

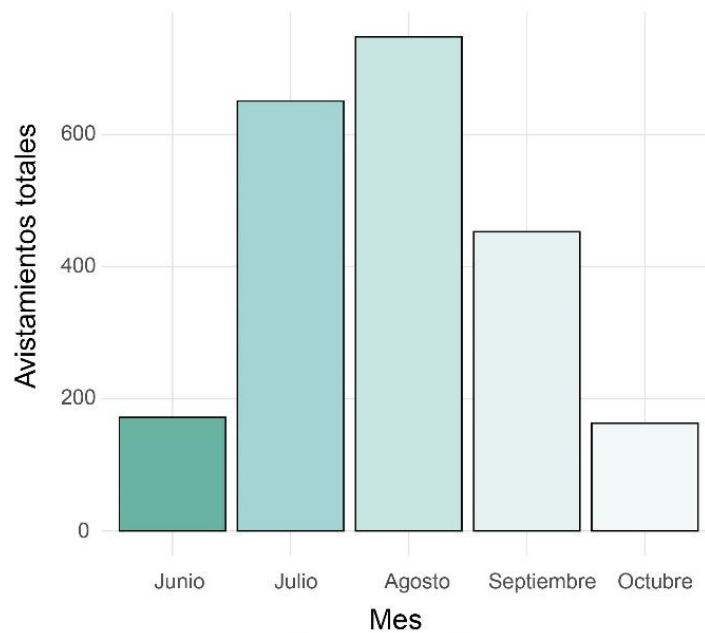


Figura 3. Avistamientos totales de ballenas jorobadas por mes.

Con relación con la presencia de crías de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla durante los cinco meses de estudio, se registraron crías en un total de 277 ocasiones en cinco meses (Figura 4). En junio se reportó la presencia de una cría como se observa en la Figura 2, donde solo hay un punto azul en este mes. Agosto destacó como el mes con mayor número de avistamientos de crías, alcanzando un total de 126, seguido de septiembre con 67 y octubre con 32, siendo el mes con menos avistamientos. Estos resultados evidencian que el Parque Nacional Machalilla es un área importante para la reproducción y nacimiento de ballenas jorobadas en la región. El primer registro de una madre con cría en la temporada de reproducción de 2023 data del 5 de junio, siendo este el único avistamiento de una madre con cría en ese mes, seguido del segundo avistamiento el 7 de julio. A partir de entonces, se observó un incremento en los avistamientos de grupos con crías, con un pico en agosto. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Félix y Botero-Acosta (2011), quienes establecieron el inicio

de la temporada de partos el 30 de junio, basada en el registro más temprano de una madre con cría durante un período de ocho años (2001-2009) y con el estudio de Scheidat et al (2000), que registró la primera cría el 22 de Julio. Esto sugiere que el periodo de partos podría estar comenzando a principios de junio, antes de lo registrado previamente, aunque se requiere un análisis de más años para confirmar esta tendencia.

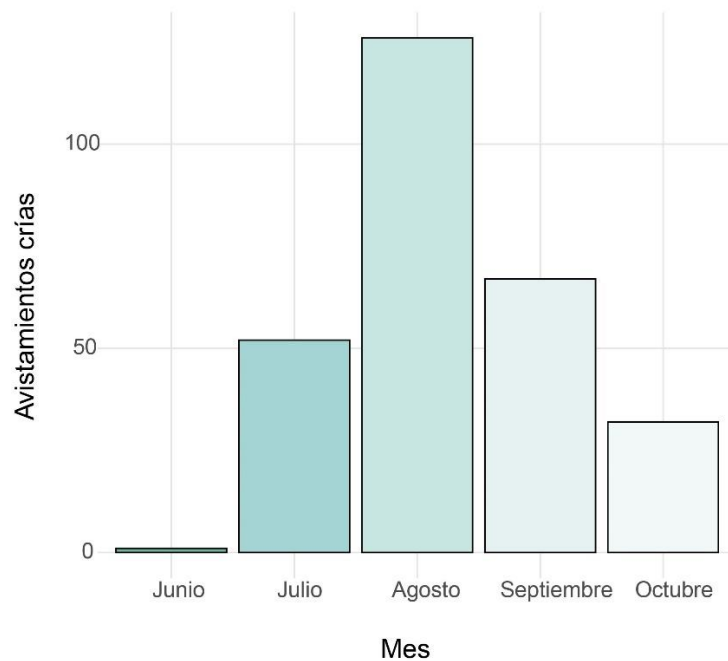


Figura 4. Avistamientos de crías de ballenas jorobadas por mes.

4.2.2. Tamaño de grupos

Se registraron un total de 674 grupos de ballenas jorobadas con un promedio de 3,24 individuos por grupo en el Parque Nacional Machalilla. El tamaño de grupo más común fue de dos individuos, con un total de 258 avistamientos (Figura 5). Le siguen los grupos de tres individuos, con un total de 165 avistamientos. Por otro lado, los grupos de cinco individuos tuvieron el menor porcentaje con 39 avistamientos. El mayor número de individuos por grupo

fue 26. Estos resultados evidencian que los grupos de dos y tres individuos son los más comunes durante la temporada de reproducción en el Parque Nacional Machalilla.

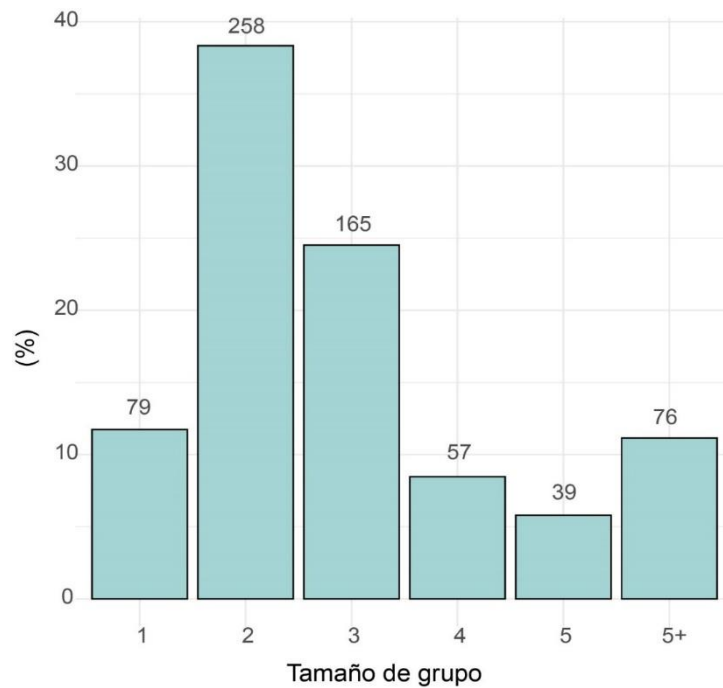


Figura 5. Porcentaje de los tamaños de grupo de ballenas jorobadas. En la parte superior de cada barra se ve el número de avistamientos por cada tamaño de grupo.

Estos resultados están respaldados por el estudio de Félix y Haase (1995) en la Isla de La Plata, donde los grupos de dos individuos fueron los más comunes, seguidos por grupos de tres y un individuo, con un rango de uno a cinco individuos por grupo y un promedio de 2,26 individuos; de manera similar, en la ruta de Puerto López, la mayor proporción de grupos consistía en tres individuos, con un rango de uno a 18 individuos y un promedio de 2,64 (Félix y Haase, 2001). El estudio de Scheidat et al. (2000) también encontró un tamaño modal de grupo de dos, con un promedio de 2,33 individuos por grupo y una variación de uno a ocho individuos. En cuanto a los grupos competitivos, Félix y Novillo (2015) registraron un grupo máximo de 17 individuos en las costas de Salinas. Aunque existe concordancia entre los

resultados de este estudio y las investigaciones previas, se observa una diferencia notable en el número máximo de individuos por grupo, con un registro de hasta 26 individuos, significativamente mayor que en estudios anteriores. Además, el promedio de individuos por grupo aumentó a 3,24, lo que evidencia un incremento en el tamaño de los grupos de ballenas jorobadas en esta zona en el año 2023.

4.2.3. Tendencias temporales en la composición de grupos

En cuanto a la composición de grupos de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla, se registraron grupos de adultos, madres con cría y grupo, madres con cría y escolta y solo madres con cría (Figura 6). En el mes de junio se registró la presencia de un solo grupo de madre con cría, en contraste con el mes de julio donde los grupos de madres con cría empezaron a aumentar, pero predominaron los grupos sin crías. En agosto y septiembre los grupos con crías aumentaron en proporción a los grupos sin crías y en octubre, hubo una proporción similar de grupos con crías y grupos sin crías. Se observa que, los grupos con cría aumentan progresivamente en proporción a los grupos sin cría a lo largo de la temporada de reproducción, mientras que los grupos sin cría disminuyen para el final de la temporada. Este patrón se observó también en Perú (Guidino et al., 2014), donde las madres recién preñadas y madres con crías jóvenes permanecen en aguas costeras hasta que las crías adquieren fortaleza para comenzar su migración.

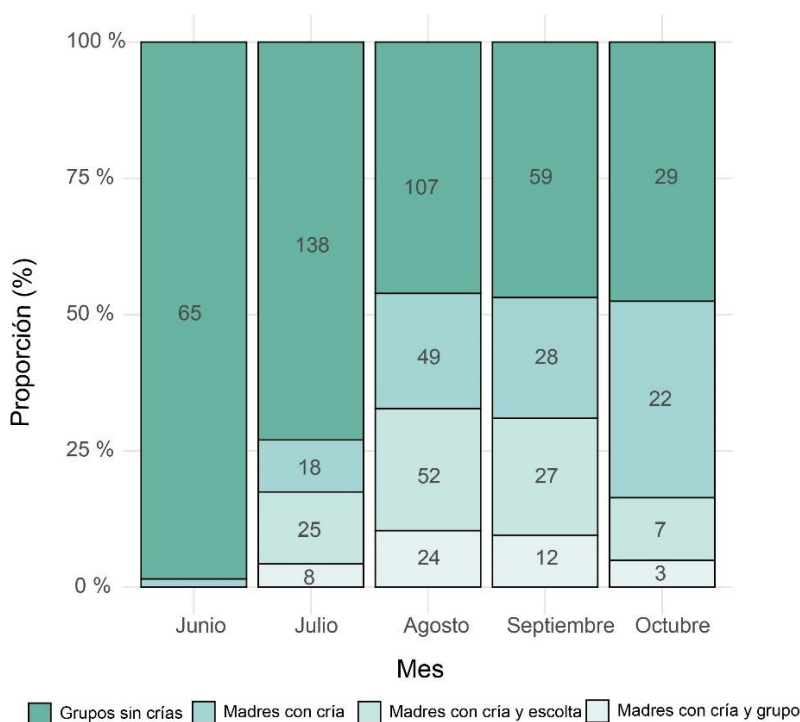


Figura 6. Proporción de avistamientos de grupos de ballenas jorobadas en los cinco meses de estudio.

En total, se observó que el 59,1 % son grupos sin crías (398), el 17,4 % de los grupos son madres con cría (117), el 16,5 % madres con cría y escolta (112), y el 7,0 % madres con cría y grupo (47). En contraste, Félix y Haase (2001) encontró que la mayoría de los grupos a lo largo de la ruta de Puerto López estaban formados por adultos, mientras que las categorías que incluían madre con cría alcanzaron juntas el 15,2 % de los grupos registrados. Esto refleja un aumento en los grupos conformados por madres con cría y uno o más adultos en la temporada de reproducción del 2023. Estos patrones muestran una alta actividad reproductiva y social de las ballenas jorobadas durante los meses centrales de la temporada, con un aumento importante en el número de crías y grupos con madres y escoltas en agosto y septiembre. Este periodo representa un momento crucial para el estudio y observación de los grupos de ballenas jorobadas en el área de estudio.

4.2.4. Influencia de la distancia a la costa y profundidad del mar

Durante el período de estudio de cinco meses en el 2023, se analizó la relación entre la distancia a la costa y la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla. Para ello, se analizaron los datos de avistamientos de ballenas en función a la distancia a la costa y se agruparon en intervalos de 100 metros. Se observó una variación en la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías en diferentes rangos de distancia a la costa, con una predominancia por zonas costeras (Figura 7).

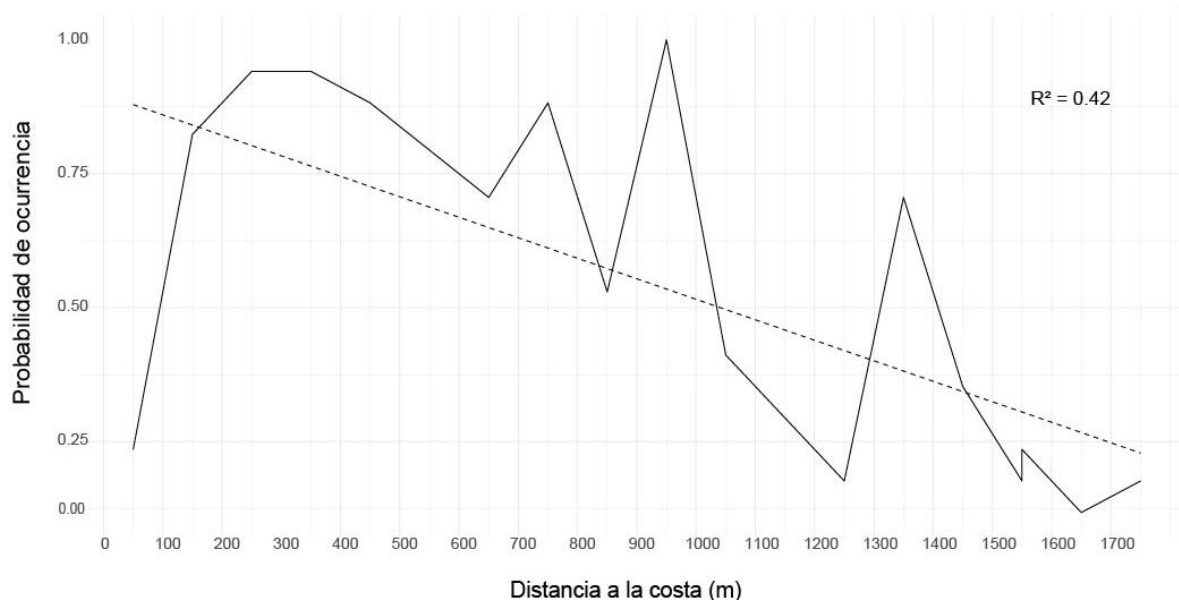


Figura 7. Curva de respuesta sobre la distancia a la costa (m) y probabilidad de ocurrencia de grupos con crías.

La probabilidad de ocurrencia tiende a ser más alta en rangos de distancia cercanos a la costa, con un pico máximo de 1,0 en el rango de 900 a 1000 m y valores de 0,9 en rangos desde 100 a 900 m. Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia disminuye en rangos de distancia más lejanos a la costa, con valores bajos en los 1600 y 1700 m, siendo esta la distancia máxima en el que se encontraron crías. La proporción de ocurrencia de madres con cría en distancias

menores a mil metros es la más alta en comparación a los otros intervalos de distancia, mostrando una preferencia de los grupos con crías a sitios cercanos a las costas. La prueba de regresión lineal mostró una correlación significativa entre la distancia a la costa y la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías ($r = 0,42$, $p = 0,003$; Tabla 1).

Tabla 1. Análisis estadístico de la relación entre grupos, profundidad y distancia a la costa.

Composición de grupo	Profundidad (m)		Distancia a la costa (m)	
	p	R ²	p	R ²
Grupos sin crías	0,167	0,035	<0,001***	0,279
Grupos con crías	0,017*	0,099	0,003**	0,42

El coeficiente de regresión explicó el 42 % de la variabilidad en la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías en función de la distancia a la costa. Estos resultados sugieren que la distancia a la costa es un factor significativo en la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla. Estos resultados son consistentes con estudios previos en los que se ha observado que los grupos con madres con crías se encuentran a una distancia a la costa promedio de 5000 m (Félix y Haase, 2005), y a menos de 1000 m desde la costa (Erts y Rosenbaum, 2003). Sin embargo, en este estudio no se encontraron grupos con crías a más de 1700 m de distancia de la costa, a comparación de los resultados de Erts y Rosebaum (2003) en los que se observan grupos de madres con crías hasta los 7000 m. Esto sugiere que las áreas cercanas a la costa son especialmente importantes para los grupos de hembras con crías dentro de un rango de 0 – 1700 m en las costas del Ecuador. Es probable que las parejas de madre-cría busquen estas zonas costeras para protegerse de las condiciones marítimas adversas en sitios más distantes de la costa (Whitehead & Moore, 1982) y para evitar a otros machos competitivos de su misma especie (Félix y Bortero-Acosta, 2011).

El análisis entre la distancia a la costa y probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías mostró que la probabilidad de ocurrencia de este tipo de grupos aumenta gradualmente hasta alcanzar un máximo de 1,0 en el intervalo de 700 – 800 m con 15 individuos avistados en esa distancia (Figura 8).

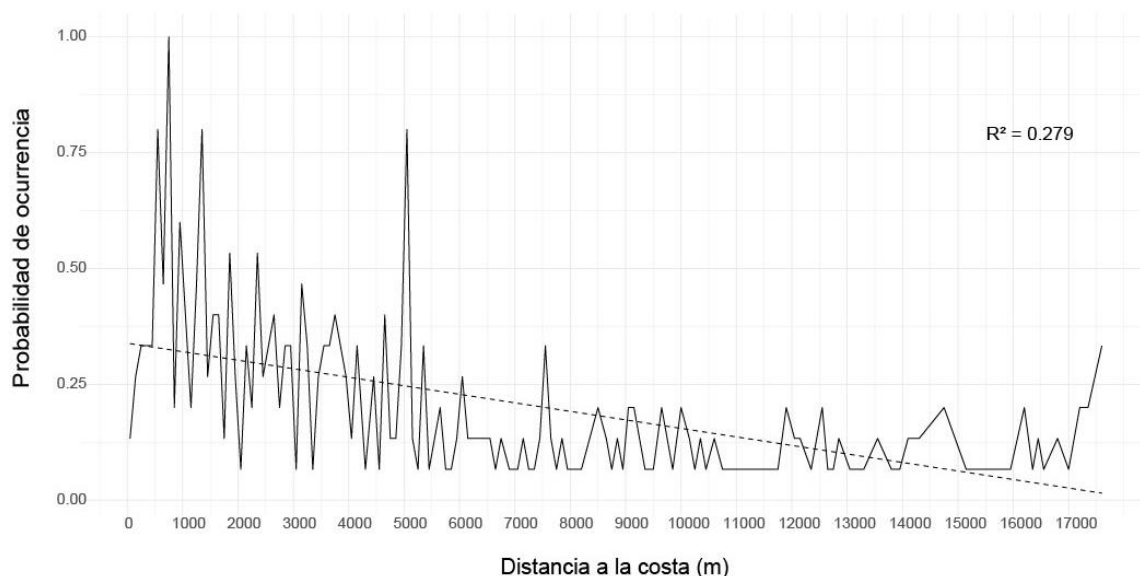


Figura 8. Curva de respuesta sobre la distancia a la costa (m) y probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías.

De igual forma los rangos de distancia a la costa de 500 – 600, 1300 – 1400 y 5000 – 5100 m tuvieron una alta probabilidad de ocurrencia (0,8) con doce individuos en cada rango. Esto demuestra que existen fluctuaciones en la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías en los diferentes rangos de distancia a la costa con observaciones máximas hasta los 17 000 m. El análisis de correlación entre la distancia a la costa y la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías obtuvo un valor de p de $< 0,001$ (Tabla 1).

El coeficiente de determinación (R^2) de la regresión lineal entre la distancia a la costa y la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías, obtuvo un valor de 0,279, esto indica que solo el 28 % de la variabilidad en la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías puede ser

explicada por la distancia a la costa. Estos resultados indican que existe una correlación débil. Por lo que, existen otros factores que también influyen en la distribución espacial de las ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla.

Los avistamientos de grupos sin crías muestran una probabilidad de ocurrencia dispersa con distancias cercanas a la costa y distancias que llegan hasta los 17 000 m, es decir, están distribuidos ampliamente a lo largo del hábitat, con una mayor probabilidad de ocurrencia desde los 7000 m hacia la costa. Similar a lo encontrado en el estudio de Erts y Rosenbaum (2003), en el que los grupos competitivos se encontraron de manera consistente a mayores distancias de la costa en comparación con los grupos con crías.

Los resultados del análisis de Tukey indican que tanto los grupos de ballenas madres con crías como aquellos acompañados de escolta muestran diferencias significativas en la distancia a la costa en comparación con los grupos sin cría (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de Tukey de la relación entre los diferentes tipos de grupos, distancia a la costa y profundidad del mar.

Comparación de grupos	Distancia a la costa (m)	Profundidad del mar (m)
	valor de p	valor de p
Madre con cría-Grupo sin crías	<0,001***	<0,001***
Madre con cría y escolta-Grupo sin crías	<0,001***	<0,001***
Madre con cría y grupo-Grupo sin crías	<0,001***	0,0336
Madre con cría y escolta-Madre con cría	0,4754	0,9835
Madre con cría y grupo-Madre con cría	0,9579	0,9958
Madre con cría y grupo-Madre con cría y escolta	0,9341	0,9999

Estas diferencias son altamente significativas desde el punto de vista estadístico, con valores de p bajos ($p < 0,001$). Esto sugiere que la presencia de crías influye significativamente

en la proximidad de los grupos de ballenas madres a la costa en comparación con los grupos sin cría. En cuanto a las comparaciones entre los diferentes grupos de madres con cría, no se encontraron diferencias significativas en la distancia entre ellos, los valores de p para estas comparaciones son mayores que el nivel de significancia estándar ($p > 0,05$), lo que indica que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas. Estos resultados sugieren que la presencia de crías tiene un efecto significativo en la distancia de los grupos de ballenas madres con respecto a los grupos sin cría. Sin embargo, entre los diferentes grupos de madres con cría, la dinámica de la distancia parece ser similar sin diferencias estadísticamente significativas.

Al analizar la relación entre la profundidad del mar y la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías, se observa que la probabilidad varía con la profundidad (Figura 9).

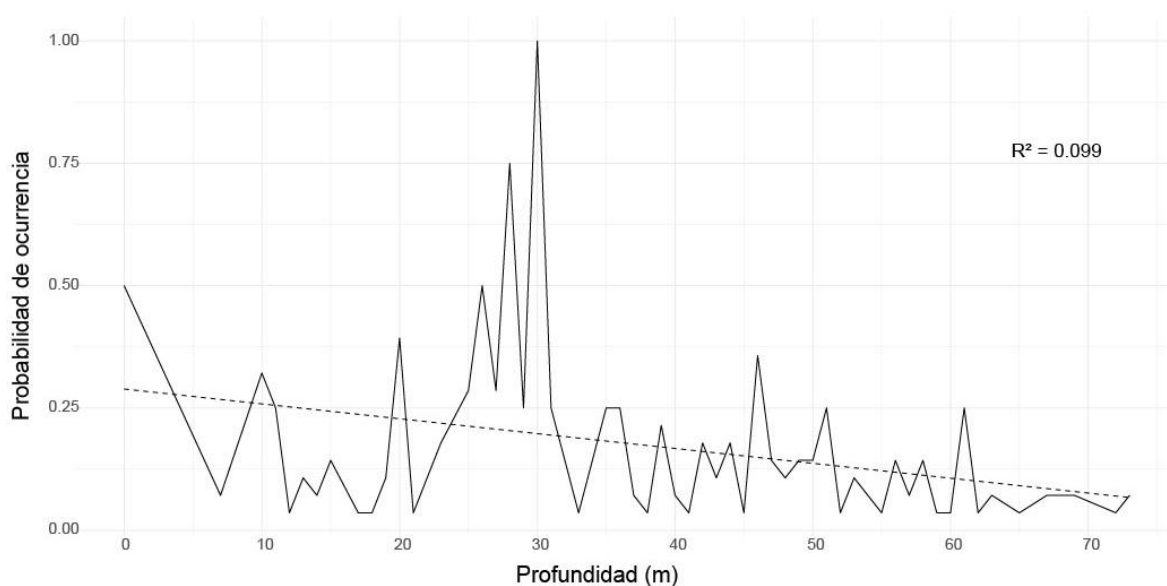


Figura 9. Curva de respuesta sobre la profundidad del mar (m) y probabilidad de ocurrencia de grupos con crías.

La probabilidad de ocurrencia más alta se observa en una profundidad de 30 metros, con una probabilidad de 1,0 (28 individuos). Se observa una preferencia por aguas con

profundidades menores a 30 metros. Esto evidencia que los grupos con crías prefieren profundidades bajas. Estudios previos en la Isla de la Plata, Puerto López, Perú, Esmeraldas y Madagascar, respaldan esta preferencia por aguas poco profundas menores a 20 metros (Erts y Rosenbaum, 2003; Félix y Haase, 2005; Guidino et al., 2014; Oña et al., 2016). Se encontró una correlación estadísticamente significativa ($p = 0,017$), lo que sugiere que la profundidad del mar puede tener un efecto en la distribución de los grupos con crías (Tabla 1). Sin embargo, el valor de R^2 es bajo (0,099), lo que indica que solo el 9,9 % de la variabilidad en la probabilidad de ocurrencia de grupos con crías puede ser explicada por la profundidad del mar.

Por otro lado, en cuanto al análisis entre la profundidad del mar y la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías, la profundidad con la mayor probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías es de 30 metros, con un valor de probabilidad de 1,0 (58 individuos, Figura 10).

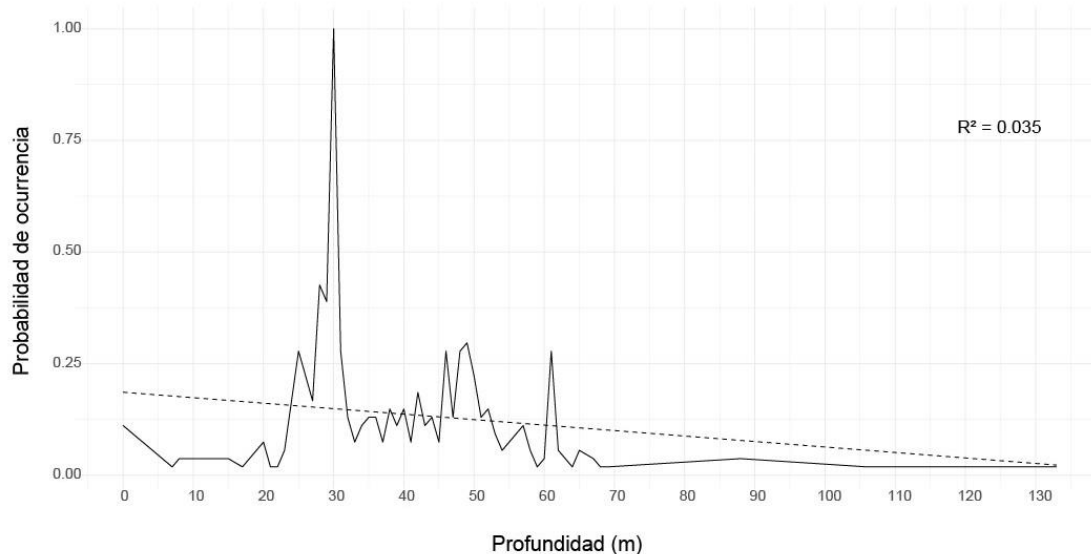


Figura 10. Curva de respuesta sobre la profundidad del mar (m) y probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías.

El rango en el que hay una mayor probabilidad de ocurrencia va entre 25 – 31 m de profundidad, con 149 individuos en total dentro del rango. Sin embargo, se observan también

avistamientos hasta en los 100 m, lo que sugiere que la probabilidad de ocurrencia es muy variable y no muestra una tendencia clara en función de la profundidad del mar. Oña y colaboradores (2016) encontraron que los grupos competitivos son más probables de encontrar a profundidades mayores de 50 m, en comparación a los grupos con crías, por lo que se sugiere que los avistamientos a mayores profundidades son de este tipo de asociaciones competitivas. Sin embargo, al igual que este estudio, se observó que los grupos sin crías tienen un patrón disperso de distribución, indicando poca preferencia por cierta profundidad. Estos hallazgos pueden explicar el pico en la probabilidad de ocurrencia a una profundidad de 60 metros, donde se registró el avistamiento de un grupo grande formado por 26 individuos, y a 50 metros, donde se observó un grupo de 17 individuos, posiblemente grupos competitivos. Al analizar la relación entre la profundidad y la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías, se encontró que el valor de p fue de 0,167, lo que sugiere que no hay una relación estadísticamente significativa entre estas dos variables (Tabla 1). Además, el valor de R^2 fue de solo 0,035 lo que indica que solo el 3,5 % de la variabilidad en la probabilidad de ocurrencia de grupos sin crías puede ser explicada por la profundidad del mar.

Por otro lado, los resultados del análisis de Tukey de la profundidad indican que tanto los grupos de ballenas madres con crías como aquellos acompañados de escolta muestran diferencias significativas en la profundidad del mar en comparación con los grupos sin cría, con valores de p de $< 0,001$, lo que sugiere una influencia significativa de la presencia de crías en profundidades más específicas (Tabla 2). La comparación entre madres con crías y grupo y grupos sin cría también muestra una diferencia significativa, aunque con un valor de p ligeramente mayor (0,0336). Sin embargo, las comparaciones entre los diferentes grupos de madres con cría no presentan diferencias significativas en la profundidad del mar, con valores de p superiores al nivel de significancia estándar. Estos resultados sugieren que, aunque la presencia de crías afecta significativamente la profundidad seleccionada por estos grupos en

comparación con los grupos sin cría, las diferencias en la profundidad entre los diferentes grupos de madres con crías no son estadísticamente significativas.

5. CONCLUSIONES

Durante la temporada reproductiva del 2023, se observó una distribución heterogénea de ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla, la mayoría de los avistamientos se produjeron en aguas costeras poco profundas y cercanas a la costa, mientras que hubo una disminución notable en áreas marinas más alejadas y profundas. La influencia de la profundidad del mar y distancia a la costa en la distribución de los grupos con crías mostró que prefieren aguas poco profundas menores a 30 m y distancias a la costa menores a 1000 m. Este patrón concuerda con estudios anteriores, indicando una preferencia de las hembras con crías por áreas costeras como refugio frente a condiciones marítimas adversas y para evitar competencia con otros machos adultos. Los grupos sin crías mostraron un patrón de distribución disperso en cuanto a la profundidad y distancia a la costa, con ocurrencias tanto en sitios costeros y poco profundos, como en aguas más profundas y lejanas a la costa.

En cuanto a la composición de los grupos, se registró un total de 674 grupos con un rango entre 1 - 26 individuos y una media de 3,24 ballenas por grupo, siendo los grupos de dos individuos los más ocurrentes. Se destacó un incremento en la presencia de grupos con crías hacia la mitad de la temporada y una disminución de la proporción de grupos sin crías en los últimos meses de la temporada de reproducción. Este patrón temporal indica que, el nacimiento de crías es relevante durante los meses de agosto y septiembre. Además, se observó un aumento significativo en tamaño de los grupos de ballenas jorobadas en el 2023 y un adelanto en la temporada de partos en comparación con estudios previos. Para tener una mayor precisión en los resultados se sugiere realizar un análisis más detallado de años recientes para comprobar estas tendencias. El Parque Nacional Machalilla representa un sitio importante para la reproducción de la población de ballenas jorobadas del Pacífico Sudeste (Grupo G), por lo que, es esencial llevar a cabo estudios actualizados y continuos sobre la dinámica social y reproductiva de la especie en las costas del Ecuador e investigaciones futuras sobre el impacto

del cambio climático en su dinámica poblacional y distribución. Este estudio proporciona información importante y actualizada sobre la distribución espacial, tamaño de grupos y la preferencia de hábitat de las ballenas jorobadas en el Parque Nacional Machalilla. La información recopilada es fundamental para implementar estrategias de conservación efectivas y adaptadas a los hábitats de la especie.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J., Rasmussen, K., Félix, F., Castro, C., Llano, M., Secchi, E. R., Saborío, M. T., Aguayo-Lobo, A., Haase, B., Scheidat, M., Rosa, L. D., Olavarría, C., Forestell, P. H., Acuña, P., Kaufman, G. D., & Pastene, L. A. (2007). Migratory destinations of humpback whales from the Magellan Strait feeding ground, Southeast Pacific. *Marine Mammal Science*, 23(2), 453-463. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2007.00116.x>
- Baker, C. S., y Herman, L. M. (1984). Aggressive behavior between humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering in Hawaiian waters. *Canadian Journal of Zoology*, 62(10), 1922-1937. <https://doi.org/10.1139/z84-282>
- Bastidas, R., y Rodríguez, D. (2009). *Mamíferos marinos: Patagonia y Antártida*. Vazquez Mazzini Editores.
- Braga de Moraes, I. O., Danilewicz, D. A. N., Zerbini, E., Edmundson, W., Hart, I. B., y Bortolotto, G. A. (2016). From the southern right whale hunting decline to the humpback whaling expansion: A review of whale catch records in the tropical western South Atlantic Ocean. *Mammal Review*, 47(1), 11-23. <https://doi.org/10.1111/mam.12073>
- Bejder, M., Johnston, D. W., Smith, J., Friedlaender, A., y Bejder, L. (2016). Embracing conservation success of recovering humpback whale populations: evaluating the case for downlisting their conservation status in Australia. *Marine Policy*, 66, 137-141. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2015.05.007>
- Castro, C., Alcorta, B., Allen, J., Cáceres, C., Forestell, P., Kaufman, G., Mattila, D., Pacheco, A., Robbins, J., y Santillan, L. (2011). Comparison of the humpback whale catalogues between Ecuador, Peru and American Samoa: Evidence of the enlargement of the Breeding Stock G to Peru. *International Whaling Commission*.

Childerhouse, S., Jackson, J., Baker, C. S., Gales, N., Clapham, P. J., y Brownell Jr., R. L.

(2008). *Megaptera novaeangliae* (*Oceania subpopulation*). The IUCN Red List of Threatened Species 2008:e.T132832A3463914.

<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T132832A3463914.en>.

Clapham, P. J. (1996). The social and reproductive biology of Humpback Whales: an ecological perspective. *Mammal Review*, 26(1), 27–49.

<https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1996.tb00145.x>

Clapham, P., Mikhalev, Y., Franklin, W., Paton, D., Baker, C., Ivashchenko, Y., y Brownell,

R. (2009). Catches of Humpback Whales *Megaptera novaeangliae* by the Soviet Union and Other Nations in the Southern Ocean 1947–1973. *Marine Fisheries Review*, 71(1), 39-43.

<https://digitalcommons.unl.edu/usdeptcommercepub/86/>

Cooke, J. G. (2018). *Megaptera novaeangliae*. The IUCN Red List of Threatened Species

2018: e.T13006A50362794. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018->

[2.RLTS.T13006A50362794.en](https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T13006A50362794.en).

Dawbin, W. H. (1966). *Whales, Dolphins, and Porpoises*. University of California Press

eBooks, 145-170. <https://doi.org/10.1525/9780520321373-011>

Deméré, T. A. (2014). Family Balaenopteridae (Rorquals) en D. E. Wilson and R. A.

Mitterneier (Eds.) *Handbook of the Mammals of the world*. Vol 4: Sea Mammals (297-299). Lynx Editions 4.

Dunlop, R. A. (2022). *Humpback Whales: A Seemingly Socially Simple Whale with*

Communicative Complexity en C, W. Clark, E. C. Garland (Eds.) *Ethology and Behavioral Ecology of Mysticetes* (223-226). [https://doi.org/10.1007/978-3-030-](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98449-6)

[98449-6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-98449-6)

- Ersts, P. J., y Rosenbaum, H. C. (2003). Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *Journal of Zoology*, 260(4), 337-345. <https://doi.org/10.1017/s0952836903003807>
- ESRI. (2023). ArcGIS Desktop: Release 10. In Environmental Systems Research Institute.
- ESRI. (2024). *ArcGIS Living Atlas of the World*. ESRI. <https://livingatlas.arcgis.com>
- Félix, F., y Haase, B. (1998). La investigación de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) alrededor de la isla de la Plata, Manabí, durante 1995. *Acta Oceanográfica del Pacífico*, 9(1), 219-225. <http://hdl.handle.net/1834/2287>
- Félix, F., y Haase, B. (2001). The humpback whale off the coast of Ecuador, population parameters and behavior. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 36(1), 61-74.
- Félix, F., y Haase, B. (2005). Distribution of humpback whales along the coast of Ecuador and management implications. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, 3, 285-290, 7(1), 21-31. <https://doi.org/10.47536/jcrm.v7i1.753>
- Félix, F., y Botero-Acosta, N. (2011). Distribution and behaviour of humpback whale mother–calf pairs during the breeding season off Ecuador. *Marine Ecology Progress Series*, 426, 277-287. <https://doi.org/10.3354/meps08984>
- Félix, F., Muñoz, M., Falconí, J., Botero, N., y Haase, B. (2011). Entanglement of humpback whales in artisanal fishing gear in Ecuador. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, 3, 285-290. <https://doi.org/10.47536/jcrm.vi.308>
- Félix, F., y Novillo, J. (2015). Structure and dynamics of humpback whales competitive groups in Ecuador. *Animal Behavior and Cognition*, 2(1), 56-70. <https://doi.org/10.12966/abc.02.05.2015>

- Félix, F., Abras, D. R., Cheeseman, T., Haase, B., Santos, J. D. A. F., Marcondes, M. C. C., y Acevedo, J. (2020). A new case of interoceanic movement of a humpback whale in the Southern hemisphere: The El Niño link. *Aquatic Mammals*, 46(6), 578-584.
<https://doi.org/10.1578/AM.46.6.2020.578>
- Findlay, K. P., Seakamela, S. M., Meýer, M. A., Kirkman, S. P., Barendse, J., Cade, D. E., y Wilke, C. G. (2017). Humpback whale “super-groups”—A novel low-latitude feeding behaviour of Southern Hemisphere humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Benguela Upwelling System. *PloS ONE*, 12(3).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172002>
- Guidino, C., Llapasca, M. A., Silva, S., Alcorta, B., y Pacheco, A. S. (2014). Patterns of spatial and temporal distribution of humpback whales at the southern limit of the Southeast Pacific breeding area. *PLoS One*, 9(11).
 DOI:10.1371/journal.pone.0112627.
- Herman, L. M., y Antinoya, R. C. (1977). Humpback whales in the Hawaiian breeding waters: Population and pod characteristics. *Scientific Reports Whales Research Institute*, 29, 59-85. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=JP19790384057>
- INEFAN, GEF, & UTP. (1997). *Plan de Manejo: Evaluación del área marina del Parque Nacional Machalilla (I y II parte)*. Departamento de Áreas Naturales y Recursos Silvestres, Global Environment Facility, Universidad Técnica de Planificación.
- IWC (International Whaling Commission). 1998. Report of the Scientific Committee. Annex G. Report of the Sub-Committee on comprehensive assessment of Southern Hemisphere humpback whales. Report of the International Whaling Commission 48,170-182.

- Jurasz, C. M., y Jurasz, V. P. (1979). Feeding modes of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in southeast Alaska. <https://www.icrwhale.org/pdf/SC03169-83.pdf>
- Johnson, A., Salvador, G., Kenney, J., Robbins, J., Kraus, S., Landry, S., & Clapham, P. (2005). Fishing gear involved in entanglements of right and humpback whales. *Marine Mammal Science*, 21(4), 635-645. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2005.tb01256.x>
- Kowarski, K., Cerchio, S., Whitehead, H., y Moors-Murphy, H. (2022). Where, when, and why do western North Atlantic humpback whales begin to sing? *Bioacoustics*, 31(4), 450-469. <https://doi.org/10.1080/09524622.2021.1972838>
- Lunardi, D. G., Engel, M. H., Marciano, J. L. P., y Macedo, R. H. (2010). Behavioural strategies in humpback whales *Megaptera novaeangliae* in a coastal region of Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(8), 1693-1699. DOI:10.1017/S0025315410000421
- Minton, G., Collins, T., Pomilla, C., Findlay, K. P., Rosenbaum, H., Baldwin, R., y Brownell Jr., R. L. (2008). *Megaptera novaeangliae* (Arabian Sea subpopulation). The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e.T132835A3464679. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T132835A3464679.en>.
- Oña, J., Garland, E., y Denkinger, J. (2016). Southeastern Pacific humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) and their breeding grounds: Distribution and habitat preference of singers and social groups off the coast of Ecuador. *Marine Mammal Science*, 33(1), 219-235. <https://doi.org/10.1111/mms.12365>.
- Owen, K., Warren, J. D., Noad, M. J., Donnelly, D., Goldizen, A. W., y Dunlop, R. A. (2015). Effect of prey type on the fine-scale feeding behaviour of migrating east

Australian humpback whales. *Marine Ecology Progress Series*, 541, 231-244.

<https://doi.org/10.3354/meps11551>

Pacheco, A. S., Silva, S., y Alcorta, B. (2009). Winter distribution and group composition of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off northern Peru. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 7(1-2). <https://doi.org/10.5597/lajam00131>.

Parks, S.E., Cusano, D.A., Stimpert, A.K., Weinrich, M.T., Friedlaender, A.S., y Wiley, D.N. (2014). Evidence for acoustic communication among bottom foraging humpback whales. *Scientific Reports*, 4(7508). DOI:10.1038/srep07508.

Pelayo-González, L., Herra-Miranda, D., Pacheco-Polanco, J. D., Guzmán, H. M., Goodman, S., & Oviedo, L. (2022). Decreases in encounter rate of endangered Northeast Pacific humpback whales in Southern Costa Rica: Possible changes in migration pattern due to warming events. *Frontiers in Marine Science*, 9.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2022.927276>

Ransome, N., Loneragan, N., Medrano-González, L., Félix, F., y Smith, J. N. (2021). Vessel strikes of large whales in the Eastern Tropical Pacific. *Frontiers in Marine Science*, 8.

<https://doi.org/10.3389/fmars.2021.675245>.

Reeves, R. R., & Leatherwood, S. (1994). *Dolphins, Porpoises, and Whales: 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans*. IUCN http://www.iucn-csg.org/wp-content/uploads/2010/03/Cetaceans_Action_Plan.pdf

Reeves, R., Clapham, P. J., y Wetmore, S. E. (2001a). Humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) occurrence near the Cape Verde Islands based on American 19th century whaling records. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, DOI: 4. 10.47536/jcrm.v4i3.836

- Reeves, R., Swartz, S. L., Wetmore, S. E., y Clapham, P. J. (2001b). Historical occurrence and distribution of humpback whales in the eastern and southern Caribbean Sea based on data from American whaling logbooks. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, DOI: 4. 10.47536/jcrm.v3i2.884
- Reeves, R., Smith, T. (2002). Historical catches of humpback whales in the North Atlantic Ocean: An overview of sources. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, 4, DOI: 219-234. 10.47536/jcrm.v4i3.835.
- Reeves, R., Stewart, B. S., Clapham, P. J., y Powell, J. A. (2002). *Guide to marine mammals of the world*. National Audubon Society.
- Scheidat, M., Castro, C., Denkinger, J., González, J., y Adelung, D. (2000). A breeding area for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Ecuador. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, 2(3), 165-171.
<https://doi.org/10.47536/jcrm.v2i3.501>
- Scheidat, M., Castro, C., Gonzalez, J., y Williams, R. (2004). Behavioural responses of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) to whalewatching boats near Isla de la Plata, Machalilla National Park, Ecuador. *IWC Journal of Cetacean Research and Management*, 6(1), 63-68. <https://doi.org/10.47536/jcrm.v6i1.791>
- Tønnessen, J. N., y Johnsen, A. O. (1982). *The history of modern whaling*. University of California Press.
- Tyack, P. L., y Whitehead, H. (1983). Male competition in large groups of wintering humpback whales. *Behaviour*, 83(1-2), 132-154.
<https://doi.org/10.1163/156853982x00067>

- Whitehead, H., & Moore, M. J. (1982). Distribution and movements of West Indian humpback whales in winter. *Canadian Journal of Zoology*, 60(9), 2203-2211.
<https://doi.org/10.1139/z82-282>
- Wiley, D., Ware, C., Bocconcelli, A., Cholewiak, D., Friedlaender, A., Thompson, M., y Weinrich, M. (2011). Underwater components of humpback whale bubble-net feeding behaviour. *Behaviour*, 148(5-6), 575-602. DOI: 10.1163/000579511X570893
- Winn, H. E., y Winn, L. K. (1978). The song of the humpback whale *Megaptera novaeangliae* in the West Indies. *Marine Biology*, 47, 97-114.
<https://doi.org/10.1007/BF00395631>
- Wray, J., Keen, E. M., & O'Mahony, É. (2020). Social survival: Humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) use social structure to partition ecological niches within proposed critical habitat. *Plos One*, 19(6), e0245409.
<https://doi.org/10.1101/2020.12.31.424937>
- Zerbini, A. N., Ward, E. J., Kinas, P. G., Engel, M. H., y Andriolo, A. (2020). A Bayesian assessment of the conservation status of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the western South Atlantic Ocean. *IWC Journal of Cetacean Research and Management.*, 3, 131-144. <https://doi.org/10.47536/jcrm.vi3.320>