

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“PATRÓN DE DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA
BALLENA JOROBADA (*Megaptera novaeangliae* Boroski, 1781) EN LA
COSTA NORTE DEL PERÚ”**

Presentado por:

MIGUEL ANGEL LLAPAPASCA LLOCLLA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

BIÓLOGO

Lima - Perú

2014

- Vamos a ponernos en marcha y no vamos a parar hasta que llegemos allí.
- ¿Adónde vamos, tío?
- No lo sé, pero vamos a ir. (J.C.)

*A l tiempo,
a la distancia,
y a lo vivido.*

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos, en primer lugar, a mis padres, por el amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida, especialmente durante los últimos trece años.

Agradezco a Sebastián “*Sebiche*” Silva y Belen Alcorta, fundadores de la empresa de ecoturismo Pacífico Adventures, por su generosa amistad, confianza, respaldo, hospitalidad y apoyo económico/logístico para la realización del presente trabajo, con quienes compartí nueve meses de investigación intensa (e intensa y exquisita comida).

También deseo agradecer a las biólogas marinas: Nadia Balducci, Chiara Guidino, Fiorella Sanchez-Salazar y Andrea Petit, señoritas de deslumbrante belleza pero de belleza interior aun mayor, comprometidas apasionadamente con la conservación de los océanos, con quienes tuve el privilegio de compartir, en diferentes momentos, tres temporadas de investigación y amistad.

Asimismo, al equipo de Pacífico Adventures: capitán Cesitar Correa, capitán Segundo Pizarro, capitán Luis Chapas, capitán Aldiño “*Plus Petrol*” Muñoz y al, ahora, capitán Alex “*Chicharras*” Marchan, con quienes compartí nueve meses de navegación, búsqueda y acometidas impetuosas de las olas (sobre todo con Correíta), así como también, tardes de fraterna y franca amistad. A Laurita Guerrero, por su sincero y jocoso cariño y a mi querida Toti Paredes, por su amistad y deliciosa comida. Un agradecimiento especial a la “*Melliza*”, amable señora, quien siempre me despidió con una bendición antes de cada embarcada.

Gracias a todos los turistas de las cuatro temporadas quienes hicieron posible esta investigación, por su alegría, su atención y sus deseos de aprender.

Y muy en especial, gracias al Dr. Aldo Pacheco, asesor y amigo, quien guió el presente trabajo desde tiempos previos al proyecto de tesis hasta el último borrador. Gracias por la confianza, paciencia, tolerancia, dedicación y apoyo desinteresado. Gracias siempre Aldito.

El financiamiento en la fase de campo de la presente tesis fue otorgado por la empresa Pacífico Adventures bajo el marco del proyecto de investigación enfocado en el estudio de la distribución espacio-temporal, dinámica poblacional y aspectos conductuales de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la costa norte del Perú.

Muchas gracias a todos.

ÍNDICE GENERAL

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
4.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	10
4.2 MATERIALES.....	10
4.3 METODOLOGÍA.....	10
4.3.1 Tratamiento de los Datos y Análisis estadísticos.....	14
V. RESULTADOS.....	15
5.1 ESFUERZO DE AVISTAMIENTO Y ABUNDANCIA TOTAL.....	15
5.2 ABUNDANCIA POR TIPO DE GRUPO.....	16
5.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL (VARIACIÓN DE LAS ABUNDANCIAS RELATIVAS).....	17
5.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	19
5.5 DIRECCIONALIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS.....	29
VI. DISCUSIÓN.....	33

6.1 ABUNDANCIAS RELATIVAS Y DIRECCIONALIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS.....	34
6.2 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL.....	35
6.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL.....	37
6.3.1 MADRES CON CRÍA.....	37
6.3.2 MADRE CON CRÍA Y ESCOLTA(S).....	39
6.3.4 GRUPOS CONFORMADOS POR TRES A MÁS INDIVIDUOS....	41
6.3.5 DÚOS Y SOLITARIOS.....	42
VII. CONCLUSIONES.....	45
VIII. RECOMENDACIONES.....	46
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1.- Resumen de esfuerzos de observación. Número de grupos observados del 2009 al 2012. Entre paréntesis se muestra la frecuencia de ocurrencia: N° de grupos observados en cada viaje.....	16
2.- Valores promedio de las profundidades registradas para cada categoría grupal.....	19
3.- Número y porcentajes de grupos de cada categoría grupal en los distintos rangos batimétricos.....	20
4.- Prueba de Mann-Whitney mostrando diferencias del uso de la profundidad entre diferentes categorías grupales.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Zona de estudio y área aproximada de muestreo: 169 km ² (triángulo gris). Las líneas continuas muestran las rutas usadas por la primera embarcación durante los años 2009-2010 y las líneas puntuadas muestran las rutas seguidas por las tres embarcaciones durante los años 2011-2012. La estrella indica la posición en tierra del observador (modificado de Pacheco <i>et al.</i> , 2009).....	13
2. Variaciones de las abundancias totales del número de ballenas y grupos avistados para las cuatro temporadas invierno/primavera.....	15
3. Variaciones de las abundancias relativas mensuales de los grupos: solitarios (S), dúos (D) y de tres a más individuos (TM) en cada temporada invernal.....	17
4. Variaciones de las abundancias relativas mensuales de los grupos: madre-cría (MC), madre-cría/escolta (ME) y madre-cría/escoltas (MCE) en cada temporada invernal.....	18
5. Variaciones de las abundancias relativas mensuales de los grupos con cría y los grupos sin cría en cada temporada invernal.....	18
6. Análisis de correspondencia múltiple mostrando asociaciones entre los años (triángulos), meses (rombos), rangos batimétricos (cuadrados) y clases grupales (círculos).....	21
7. Mapa de distribución espacial para todas las clases grupales durante el período 2009-2012.....	22
8. Mapas de distribución espacial para cada clase grupal (A, B, C, D, E y F) durante el período 2009-2012.....	23
9. Direcciones intranuales (mensuales) de los desplazamientos para cada temporada reproductiva en función al número promedio de ballenas por viaje y sus respectivas desviaciones estándar.	31
10. Direcciones de los desplazamientos de las clases grupales más representativas: Solitarios, Dúos, Madre-cría durante el período 2009-2012 en función al número. N=norte; S=sur e I=indeterminado.....	32

RESUMEN

El estudio de patrones distribucionales en hábitats reproductivos es de vital importancia para la conservación de especies altamente migratorias dado que permiten diseñar planes de manejo y ordenamientos de las zonas costeras. La costa norte del Perú (~ 3°- 6° S) es un lugar particular debido a la convergencia del sistema de Humboldt y el sistema ecuatorial, pudiendo constituir este frente térmico la señal de aproximación desde zonas oceánicas a costeras durante la migración hacia las zonas de reproducción y crianza. Dada esta variabilidad oceanográfica, resulta importante describir patrones distribucionales para evaluar la funcionalidad de este hábitat en el norte peruano, donde además, la información biológica de esta especie es escasa. Este estudio presenta un análisis de la variabilidad espacio-temporal en función a la composición etaria y tamaño numérico de los grupos de jorobadas dentro de la zona nerítica comprendida entre los ~ 4,05°- 4,15° S frente al distrito de Los Organos, Piura. Los datos fueron colectados durante cuatro temporadas reproductivas: 2009-2012 (agosto a octubre de cada año) desde embarcaciones de ecoturismo. Se observó un total de 809 individuos en 347.2 h de observación realizados en 226 viajes. Los análisis sugieren una estructuración del hábitat característico de las áreas reproductivas donde los grupos madre-cría ocuparon zonas someras y los grupos conformados por tres o más individuos las zonas profundas. Sin embargo, se detectó una zona de traslape, delimitada por las isobatas de los 20 y 100m, entre los grupos solitarios, dúos y madre-cría, posiblemente, a causa de la estrecha plataforma continental y el estado reproductivo/social de los individuos. Estos resultados proporcionan nueva evidencia que extiende al norte del Perú como el límite sur del área de reproducción y crianza de la población del Pacífico Sudeste y no sólo zona transicional como ha sido sugerido. Además, permiten determinar áreas y temporadas vulnerables a impactos antropogénicos.

Palabras clave: zonas de reproducción y crianza, migración, Pacífico Sur, plataforma continental, temperatura, isobata.

ABSTRACT

The study of distributional patterns in reproductive habitats is vital for the conservation of highly migratory species because it allows the design of sound management strategies and coastal planning. The northern coast of Peru ($\sim 3^{\circ}$ - 6° S) is a region of particular importance due to the convergence of the Humboldt system and equatorial system constituting a thermal front that may constitute the approximation cue during migration from the oceanic to neritic areas during the breeding and calving season. Due to this oceanographic variability, describing the distributional patterns of humpback whales is important for evaluating the functionality of this habitat in northern Peru where little knowledge exists. This study focused the spatial and temporal variability of group size and age composition of humpback whales along the coastal area between the $\sim 4.05^{\circ}$ - 4.15° S in northern Peru. Sighting data were collected during four breeding seasons (August to October of 2009-2012) from whale watching platforms of research. A total of 809 individuals were observed in 347.2 h during 226 trips. The results suggests a structured pattern of spatial distribution often observed in breeding areas where mother-calf groups are present in shallow areas and groups formed by three or more individuals present towards deeper zones. However, an overlap between solitary, pairs and mother-calf groups in the area between the 20 and 70m depth, possibly because of the narrow continental. These results provides new evidence supporting the fact that northern of Peru should be considered the southern limit of the breeding and calving area of the South Pacific population and not just transitional area as previously thought. In addition, this study describes the presence of vulnerable areas and timing to negative anthropogenic impacts to this whale.

Key words: breeding and nursing grounds, migration, South Pacific, continental shelf, temperature, bathymetry, baleen whale, whale watching

I. INTRODUCCIÓN

La falta de información histórica sobre la distribución de las ballenas jorobadas en la costa norte del Perú durante el ciclo reproductivo dificulta contestar preguntas claves sobre la ecología de esta especie. Siendo el norte del Perú una zona transicional desde aguas oceánicas a costeras durante la migración (Félix y Haase, 2005) y siendo sugerida también como potencial área de reproducción (Pacheco *et al.*, 2009; Santillán 2011), resulta importante evaluar patrones distribucionales con la finalidad de conocer el uso de este hábitat.

En el presente estudio, se analizó la distribución espacial y temporal de la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) durante cuatro temporadas reproductivas. Se evaluó información sobre avistamientos obtenidos en la costa comprendida entre Máncora y Cabo Blanco (~ 4,05°- 4,15° S) durante el invierno e inicios de primavera del año 2012 y se contrastó con datos obtenidos en tres temporadas previas (2009, 2010 y 2011). La hipótesis de trabajo a evaluar predice la existencia de patrones distribuciones espaciales y temporales, que evidencia una estructuración espacial en el hábitat donde los grupos que involucran la presencia de una cría hacen uso de las zonas someras mientras que el resto de clases grupales se distribuyen en toda el área de estudio, principalmente en zonas profundas.

II. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la existencia de un patrón persistente en la distribución espacio-temporal durante cuatro temporadas invernales en la costa norte del Perú.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las abundancias relativas mensuales para cada año de estudio en función al número de ballenas y grupos avistados.
- Analizar la distribución temporal mensual para cada año de estudio en función a las categorías grupales.
- Analizar la distribución espacial para el período 2009-2012 en función a las categorías grupales.
- Analizar la direccionalidad de los desplazamientos para cada mes, interanualmente y para el período 2009-2012.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) es un cetáceo misticeto de tamaño mediano entre las grandes ballenas, alcanzando en promedio los 15 m de largo y entre 20 a 30 toneladas de peso. Como en todos los misticetos, las hembras son uno o dos metros más largas que los machos. La madurez sexual en ambos sexos se alcanza, en promedio, a los cinco años de edad. El tiempo de gestación de las hembras es de 11 a 12 meses y las crías nacen en zonas tropicales. Éstas últimas nacen con cuatro metros de largo y dos toneladas aproximadamente (Reyes, 2009).

Esta especie se encuentra distribuida en todos los océanos del mundo. En el hemisferio sur se encuentran seis poblaciones, que en su totalidad suman entre 6000 y 16 800 individuos (Flórez-González *et al.*, 2007).

Cada población presenta una distribución específica, usualmente asociada a un margen continental, agrupándose en ‘stocks’ (término asignado durante los años de cacería durante el siglo XX). La población del Pacífico Sur está designada como el *stock* G (IWC, 1998 citado en Flórez-González *et al.*, 2007). Dicha población, durante los meses de verano austral (diciembre a marzo), se encuentra en sus zonas de alimentación: alrededor de la península Antártica, estrecho de Magallanes y recientemente reportada la región Chiloé-Corcovado, en la patagonia chilena (Acevedo *et al.*, 2011; Hucke-Gaete *et al.*, 2013). Al llegar el invierno, esta especie migra a latitudes más bajas con fines de apareamiento, parición y crianza (Félix y Haase, 1997; Acevedo *et al.*, 2007; Capella *et al.*, 2008). Esta migración, cuyo recorrido puede superar los 8000 km, comprende las zonas costeras-oceánicas de todos los países occidentales de Sudamérica, cruzando el Ecuador hasta Panamá y Costa Rica, constituyendo el mayor recorrido durante una migración reportada para un mamífero (Stone *et al.*, 1990).

Para todo el hemisferio sur, la cacería de jorobadas fue muy intensa en la zona de la Península Antártica, donde se cazaron ilegalmente 48 500 individuos (Yablokov, 1994

citado por Flórez-González *et al.*, 2007). Entre los años 1951 a 1987, las ballenas jorobadas pertenecientes a la población del Pacífico Sur fueron cazadas debido a su proximidad a la costa durante su migración. Sin embargo, dada su ocurrencia estacional, las principales actividades de caza se focalizaron en las ballenas: azul (*Balaenoptera musculus*), bryde (*B. edeni*), sei (*B. borealis*) y principalmente, el cachalote (*Physeter macrocephalus*) (Ramírez y Urquiza, 1985). Con la intensa cacería en las zonas mencionadas y en el resto de áreas de reproducción y alimentación, la población mundial de jorobadas quedó reducida sólo a unos cientos de individuos (Chapman, 1974 citado por Flórez-González *et al.*, 2007). Posteriormente, se inició la recuperación parcial de los niveles poblacionales de esta especie al quedar protegida por la IWC (International Whaling Commission) y actualmente se encuentra en los apéndices I tanto en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) como en la Convención sobre Especies Migratorias (CMS) y en la categoría de “Preocupación menor” en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2008) indicando que su riesgo de extinción es bajo y con tendencia al incremento poblacional en los últimos años.

Durante la época reproductiva la ballena jorobada tiende a ocupar zonas neríticas que rodean islas y regiones costeras con aguas tranquilas, segregándose en función a la edad, sexo y estadio reproductivo, evidenciando un uso específico del hábitat (Smultea, 1991). Estas segregaciones en lugares particulares y por grupos específicos, parecen estar relacionadas con factores oceanográficos y con el comportamiento reproductivo y de crianza de recién nacidos en el área. Los adultos (*i.e.* madres) con crías, tienden a ocupar zonas someras, protegidas al oleaje y cercanas a la costa, mientras que los grupos competitivos formados exclusivamente por adultos o adultos-subadultos ocupan zonas más profundas (Félix y Haase, 1997, 2001a b; Craig y Herman, 2000; Ersts y Rosenbaum, 2003; Félix y Haase, 2005) donde exhiben un comportamiento aéreo activo durante el cortejo (Tyack y Whitehead, 1983; Félix, 2004; Pacheco *et al.*, 2013). Además, se observa una variabilidad intranual donde los grupos sin cría son más numerosos al inicio de la temporada reproductiva, decreciendo progresivamente hacia finales de la temporada donde los grupos con cría tienden a alcanzar sus máximas abundancias (Morete *et al.*, 2007).

Los patrones de agregación de ballenas en áreas reproductivas tropicales han sido explicados desde distintos enfoques. Katona y Beard (1990) (ver revisión en Ersts y Rosenbaum, 2003) sugirieron que las ballenas jorobadas buscan áreas cálidas, someras y protegidas como zonas de reproducción. Parker (1978) (ver revisión en Clapham, 1996) sugirió que el agrupamiento de las jorobadas en zonas tropicales facilitan la selección de parejas para ambos sexos como se ha propuesto para otras especies. Otras hipótesis que involucran aspectos fisiológicos sugieren que las zonas tropicales ayudarían a optimizar el gasto energético durante el invierno (Brodie, 1975) beneficiando el desarrollo y supervivencia de la cría (Norris, 1967 citado por Rasmussen, 2007). Sin embargo, estos supuestos deben ser validados con información que contraste los apareamientos exitosos dentro y fuera del área reproductiva (Clapham, 1996). También se ha sugerido que las áreas costeras en zonas tropicales son utilizadas para la crianza debido a la poca abundancia del depredador *Orcinus orca* (Corkeron y Connor, 1999) y, para evitar el acoso de machos sexualmente activos y/o condiciones marinas adversas que resulten en un gasto energético para la cría. (Smultea, 1994). Esto explicaría el hecho de que en áreas reproductivas las ballenas son encontradas solas o formando grupos pequeños e inestables en el tiempo al no existir la necesidad de agruparse en gran número con fines de vigilancia o defensa (Clapham, 1996) como ocurre en el cachalote (*P. macrocephalus*) (Reyes, 2009).

Sin embargo, se han encontrado en estudios recientes algunas características diferentes en la distribución de las jorobadas en Hawái, los adultos con crías se alejan de ciertas zonas costeras, posiblemente, debido a la topografía, interacción con la pesca artesanal y/o actividades recreativas (Smultea, 1994; Craig y Herman, 2000; Cartwright *et al.*, 2012). En general, se sugiere que las ballenas durante la época reproductiva ocupan zonas someras y cálidas donde no existe un potencial riesgo de depredación.

Variabes abióticas como la profundidad, pendiente de la plataforma continental, temperatura superficial del mar y la periodicidad han sido evaluadas para describir la distribución en zonas de alimentación, encontrándose que la profundidad fue la variable mejor correlacionada con la distribución seguida por la temperatura y el mes (Hooker *et al.*, 1999). Del mismo modo, la profundidad y la distancia a la orilla han sido utilizadas por

correlacionarse fuertemente con la distribución y el uso del hábitat en zonas de reproducción como en las islas de Hawái (Smultea, 1991), en Madagascar (Ersts y Rosenbaum, 2003) y en Ecuador (Félix y Haase 2005). La temperatura superficial del agua (rango entre 21,1 – 28,3°C) ha sido sugerida como variable crítica a macroescala para la elección del hábitat de la jorobada durante la reproducción (Rasmussen *et al.*, 2007). Sin embargo, a mesoescala otras variables podrían influir en la distribución, tales como: topografía, corrientes, salinidad, visibilidad en el agua, perturbaciones acústicas (Smultea 1991, 1994; Oviedo y Solís, 2008).

La distribución espacial y temporal durante la época reproductiva para el stock G ha sido estudiado principalmente en las zonas costeras de Ecuador y Colombia (Flórez-González, 1991; Félix y Haase, 1997, 2001a, b, 2005; Scheidat *et al.*, 2000; Félix, 2004, 2005; Flórez-González *et al.*, 2007 y Capella *et al.*, 2008). En estas zonas también se han descrito una estructuración y funcionalidad en el hábitat: las madres con cría tienden a ocupar zonas muy cercanas a la costa y los grupos de adultos sexualmente competitivos las zonas profundas, aun así, los estudios coinciden en que el área funcional de reproducción y crianza queda relativamente delimitada por la isobata de los 200m (Flórez-González, 1991; Félix y Haase, 1997, 2005). Este mismo patrón ha sido reportado para otras áreas invernales reproductivas del mundo como por ejemplo: Hawái (Smultea, 1991, 1994; Craig y Herman, 2000), la costa oeste de México (Urbán y Aguayo, 1987; Urbán, 1999), Costa Rica (Oviedo y Solís, 2008), Madagascar (Ersts y Rosenbaum, 2003), Brasil (Zerbini *et al.*, 2004) y Australia (Vang, 2002).

Los estudios sobre jorobadas en aguas frente a la costa de Perú son escasos y han estado principalmente enfocados en reportar los parámetros biológicos con datos provenientes de las actividades durante la cacería industrial (Ramírez y Franco, 1982; Ramírez, 1988). Además de estos trabajos, se ha evaluado la tasa de avistamientos durante el evento El Niño 1982-83 (Ramírez y Urquiza, 1985), así como también el reporte de la liberación de una ballena jorobada adulta enmallada en redes de pesca (Majluf y Reyes, 1989). Van Waerebeek, *et al.* (1996) realizaron una recopilación de registros de dicha especie para el Perú, cubriendo información disponible desde épocas de caza pre-industrial

hasta principios de los años noventa, identificando vacíos de información y futuras líneas de investigación. Posteriormente, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) empezó a registrar avistamientos de cetáceos mayores y menores durante cruceros científicos dirigidos a la evaluación de *stocks* de peces pelágicos, reportando frecuentemente a la ballena jorobada distribuida en el norte del Perú, principalmente entre setiembre y noviembre (Sánchez *et al.*, 1998; Sánchez y Arias-Schreiber, 1998; Bello *et al.*, 1998; Márquez y Arias-Schreiber, 2001). Sin embargo, en la totalidad de esta literatura disponible no se mencionan ni registran la presencia de crías o grupos de adultos con crías.

Debido a la ausencia de registros de crías o alguna evidencia de actividad de reproducción se ha sugerido que la costa norte del Perú ($\sim 3^{\circ}$ - 6° S) funcionaría como una zona de transición desde aguas oceánicas hacia aguas costeras durante la migración invernal, debido a que en esta área se produce un frente térmico originado por el encuentro de las corrientes cálidas ecuatoriales con la corriente fría de Humboldt que serviría de señal para la aproximación hacia la costa (Clarke, 1962; Félix y Haase, 2005; Félix *et al.*, 2009).

Sin embargo, recientemente se ha reportado la presencia de grupos competitivos y madres con crías en la isla Lobos de Tierra ($06^{\circ}25.96'S$; $80^{\circ}52.27'W$) (García-Godos *et al.*, 2008). Pacheco *et al.* (2009) basados en observaciones realizadas durante el invierno del año 2009 frente a la costa comprendida entre Cabo Blanco y Los Organos ($\sim 4,15^{\circ}$ - $4,05^{\circ}S$), sugirieron la existencia de una distribución espacial estructurada; las ballenas fueron observadas en toda el área de estudio teniendo a la isobata de 200 metros como límite donde la mayor concentración se dio entre las isobatas de los 20 y 50 metros siendo las madres con cría frecuentes en áreas someras, protegidas y cercanas a la costa. Posteriormente, Santillán (2011) observó en la bahía de Sechura ($5.6^{\circ}S$; $81^{\circ}O$) ballenas jorobadas hacia mediados de primavera, donde los adultos con cría se distribuyeron muy cerca a la costa mientras que los grupos sin crías fueron observadas en aguas profundas. Este tipo de distribución espacial indicaría una estructuración diferencial entre los diferentes grupos clase-edad de las jorobadas, lo que podría ser un indicador de hábitat para reproducción y crianza frente a la costa norte del Perú. Esta región entonces, se constituiría como el límite sur del área de reproducción del Stock G y no funcionaría únicamente como hábitat transicional, como ha sido sugiriendo previamente.

Por otro lado, Ramírez (1988) en su evaluación de las capturas y avistamientos de jorobada en la zona de caza del norte de Perú, durante los años 50 y 60, reportó que la temperatura superficial del mar en la costa norte del país se encuentra entre los 15.2-24.2°C. Dicho rango termal, al menos en los valores más altos de temperatura, se encuentra dentro de lo reportado en el meta-análisis de Rasmussen *et al.* (2007) (21,1-28,3°C) para todas las áreas reproductivas del mundo. Siendo la temperatura un factor clave para el nacimiento y crianza de los ballenatos, es posible que la costa norte del Perú presente un hábitat adecuado para la reproducción de esta especie.

Si bien es cierto que las aparentes estructuraciones del hábitat en distintas zonas del norte peruano han sido reportadas sólo para una temporada invernal, éstas se asemejan a las distribuciones anuales persistentes en otras áreas reproductivas del mundo (Smultea, 1991, 1994; Craig y Herman, 2000; Urbán y Aguayo, 1987; Urbán, 1999; Félix y Haase, 1997, 2005; Erts y Rosenbaum, 2003; Zerbini *et al.*, 2004 y Vang, 2002). Complementando esta hipótesis, Pacheco *et al.* (2013) reportaron actividades de cortejo en el norte del Perú (~ 4,05° - 4,15° S) realizadas por grupos sexualmente competitivos durante el invierno y parte de la primavera de la temporada reproductiva del año 2010. Sin embargo, los pocos estudios que se han generado en los últimos cinco años sobre ballena jorobadas, reportan observaciones puntuales realizadas en una sola temporada, lo que limita la detección de patrones recurrentes en el tiempo y en el espacio de la distribución de esta especie. Por lo tanto, resulta importante realizar estudios que analicen información proveniente de varias temporadas de manera que se pueda generar evidencia contundente sobre los patrones de distribución y su variabilidad.

En las últimas décadas, se ha incrementado el esfuerzo conjunto entre los países del Pacífico Sudeste para brindar mayor información sobre la biología de esta especie debido al incremento de las interacciones negativas con artes de pesca y operadores turísticos en las zonas de reproducción y crianza. Dicho interés se ha visto traducido en tratados regionales, promulgación de normas legales, creación de santuarios y/o áreas marinas protegidas (Flórez-González *et al.*, 2007). Sin embargo, es necesario un mayor esfuerzo colectivo entre los países comprometidos para entender mejor la ruta migratoria, comportamiento y

parámetros biológicos. Por consiguiente, las investigaciones en cada área específica son de suma importancia dado que los efectos causados por la captura incidental, el tráfico marítimo y el traslape en el uso de hábitat son problemas constantes que impactan negativamente a nivel de toda la población (García-Godos, 2007b; García-Godos *et al.*, 2013).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El estudio se efectuó en la costa norte del Perú, en la zona comprendida entre el distrito de Los Órganos ($4^{\circ}10'38.23''\text{S}$, $81^{\circ}8.27'4.83''\text{W}$) y Cabo Blanco ($4^{\circ}15'1.36''\text{S}$, $81^{\circ}13'50.17''\text{W}$), Piura. Esta zona es influenciada oceanográficamente por la convergencia de masas de agua de la corriente fría de Humboldt con masas de agua cálidas de la corriente ecuatorial. La temperatura superficial del mar oscila entre los 18°C y 24°C .

4.2 MATERIALES

El equipo básico utilizado para este estudio consistió en dos pares de binoculares (10x50), un GPS (Garmin modelo Etrex Legend Handheld), una videocámara Sony y dos cámaras fotográficas (lentes de corto alcance: 15-18 mm y largo alcance: 75-300 mm). Además, se utilizaron y analizaron datos obtenidos en las temporadas reproductivas invernales de los años 2009, 2010 y 2011 a los cuales se adicionó la información recopilada durante la temporada reproductiva del año 2012. Cabe señalar que no se realizaron viajes de búsqueda para el mes de octubre del año 2009 por lo que no se cuenta con datos para dicho mes.

4.3 METODOLOGÍA

Los datos analizados provienen de avistamientos realizados a bordo de embarcaciones de ecoturismo. Durante los dos primeros años, desde las 7:30am hasta las 11:30am aproximadamente, una embarcación (6,7 m de eslora y 2,4 de manga con dos motores fuera de borda Yamaha 75 HP cada uno) siguió generalmente dos rutas; primero

dirigiéndose a la plataforma petrolera desde el muelle de Los Organos, luego navegando paralelamente a la costa con dirección sur hasta Cabo Blanco retornando nuevamente al muelle de Los Organos siguiendo una ruta más cercana a la costa. Mientras que para la segunda, se navegó desde Los Órganos rumbo a La Perelera (bajerío ubicado a ~14 km de la costa), para luego navegar con dirección a costa hacia el muelle de El Ñuro y finalmente retornar al muelle de Los Órganos, configurándose un transecto triangular (ver detalles en Pacheco *et al.*, 2009). Durante los años 2011 y 2012, el método de avistamiento y la navegación fueron relativamente diferentes. Se adicionaron dos embarcaciones (la primera de 7.9 m de eslora y 2.3 m de manga con un motor fuera de borda 150 HP y la segunda de 8.8 m de eslora y 3 m de manga con dos motores fuera de borda 200 HP cada uno) al esfuerzo de avistamiento. Las tres embarcaciones navegaron siguiendo las isobatas de los 10, 50 y 100 m respectivamente sin tomar una dirección en particular hasta el encuentro con un grupo de ballenas. Al mismo tiempo, un observador equipado con binoculares se ubicó en la cima de un acantilado (22 msnm aproximadamente) frente a la zona costera de Los Organos. Desde esa posición informó a los tripulantes la ubicación de las ballenas (Ver figura 1).

Una vez localizadas las ballenas, se navegó paralelamente manteniendo una distancia aproximada de 100 m en la misma dirección y a la misma velocidad, siempre con el motor encendido con el fin de evitar la desorientación acústica del animal. Esta forma de navegación fue mucho más cautelosa ante la presencia de crías (Carlson, 2008; Pacheco *et al.*, 2011). El tiempo de observación en promedio fue de 76.8 minutos (DS=71.7). En cada avistamiento se tomaron los siguientes datos: posición geográfica en grados y minutos (al inicio del avistamiento) usando el sistema WGS 84, número de individuos y, tamaño/composición etaria del grupo que fueron catalogados como: Individuos solitarios (S); dúos (D); tres a más individuos (TM) madre–cría (MC); madre/cría acompañados de una escolta (ME) y madre/cría acompañados por escoltas (MCE) siguiendo la clasificación descrita en Smultea (1994). Se asumió el sexo femenino de un individuo adulto acompañado de una cría (<6 m) reconociéndola como su madre. Para efectos del estudio, un “grupo” quedó definido como el número de individuos, solitarios o agrupados, que mostraron un patrón de desplazamiento/buceo coordinado en la misma dirección y un

comportamiento social similar dentro de un radio de 100 m como máximo (Félix y Haase, 2001b; Félix, 2004).

Es necesario mencionar que debido a factores como: el dimorfismo sexual en esta especie (usualmente las hembras son ~2 m más largas que los machos), la distancia de observación y la falta de una medida referencial es posible un sesgo en la determinación de un individuo juvenil o un adulto; por ende, la composición grupal: adultos, subadultos y la asociación entre ambos (Félix y Haase, 2001b; 2005; Pacheco *et al.*, 2009) fue clasificada como solitarios, dúos y grupos conformados por tres o más individuos.

Tomando como referencia a la línea de costa, las direccionalidades en el desplazamiento de las jorobadas quedan determinadas como noreste y suroeste (en el resto del trabajo solamente se hace referencia a direcciones “norte” y “sur”). Los movimientos erráticos quedaron definidos como indeterminados. Las direcciones fueron determinadas al final del avistamiento para corroborar la constancia de la dirección encontrada al inicio del mismo. Asimismo, si el animal cambió de rumbo durante su desplazamiento se optó por registrar la última dirección observada.

Cabe añadir que la metodología empleada involucra un mayor esfuerzo de muestreo hacia zonas con mayor concentración de animales. Adicionalmente, sólo se cuenta con el punto inicial del avistamiento por lo que la posible variación batimétrica durante el avistamiento del grupo no fue tomada en cuenta. Bajo estas consideraciones, los resultados presentados deben ser cuidadosamente comparados con otros estudios de diseño muestral diferente *e.g.*, muestreo aleatorio o navegaciones en rutas previamente establecidas y definidas. No obstante, en las dos últimas temporadas, con las tres embarcaciones recorriendo la zona de estudio en costa, profundidades medias y zonas profundas, y con dos observadores recopilando datos desde diferentes embarcaciones hubo oportunidad de registrar un mayor número de avistamientos en diferentes zonas dentro del área de estudio.

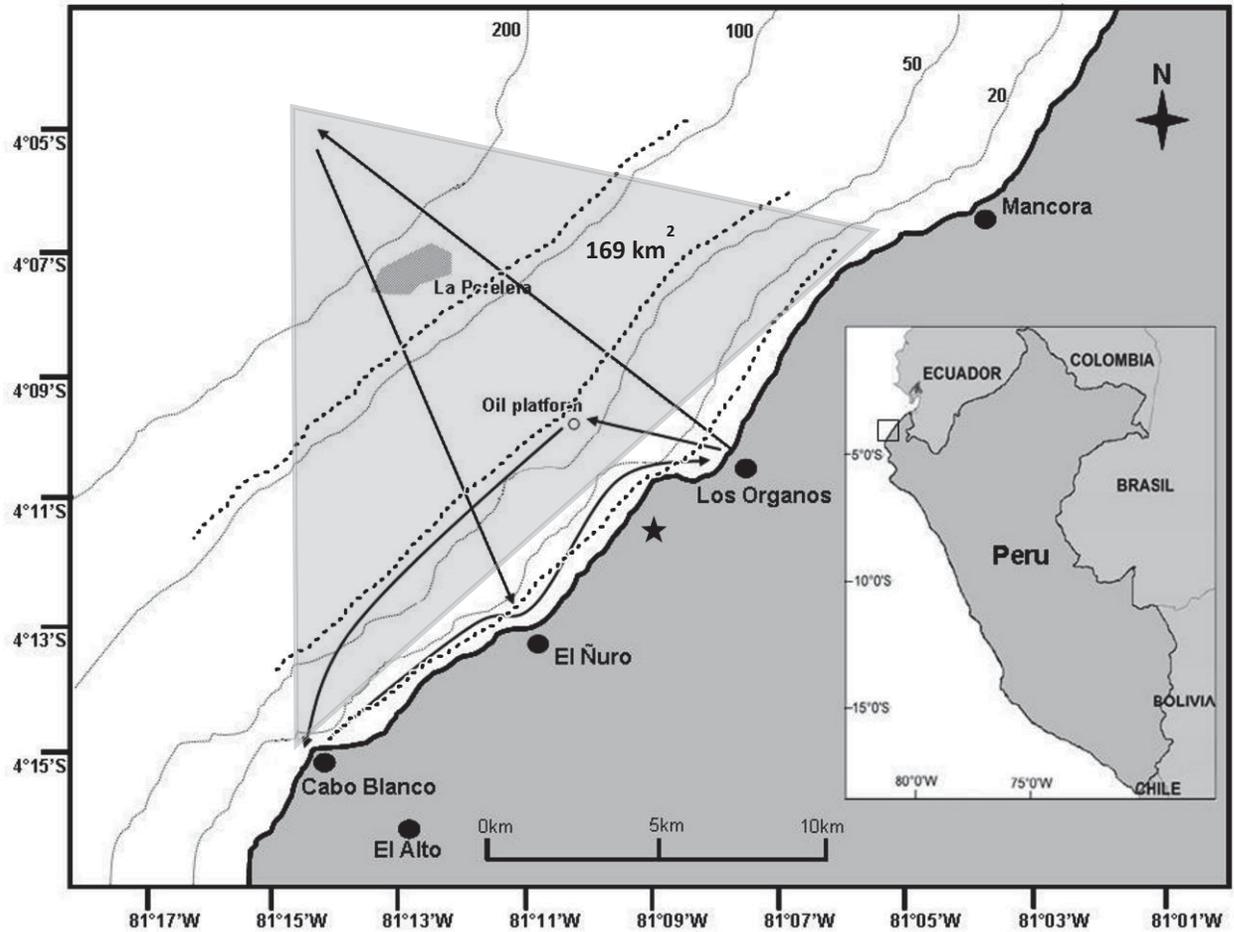


Figura 1. Zona de estudio y área aproximada de muestreo: 169 km^2 (triángulo gris). Las líneas continuas muestran las rutas usadas por la primera embarcación durante los años 2009-2010 y las líneas puntuadas muestran las rutas seguidas por las tres embarcaciones durante los años 2011-2012. La estrella indica la posición en tierra del observador (modificado de Pacheco *et al.*, 2009).

4.3.1 TRATAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Las abundancias relativas de cada categoría grupal fueron expresadas en número de grupos avistados por número de viajes del mes con la finalidad de minimizar la variación producida por los diferentes esfuerzos de muestreo (*i.e.* diferente número de viajes en cada mes).

Con el fin de evaluar la heterogeneidad en el uso del hábitat según las clases grupales para el período 2009-2012 (sin considerar la variabilidad temporal interanual) se utilizaron análisis de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney (con corrección de Bonferroni), es decir, se buscaron diferencias significativas entre los grupos asociados a cuatro rangos batimétricos: 0-20m; 20-50m; 50-100m y 100-200m. Estos análisis se realizaron en el programa PAST versión 2.17. La distribución temporal intranual fue examinada mediante gráficas de frecuencia.

Con el propósito de examinar la variabilidad temporal y espacial simultáneamente, se empleó un análisis de correspondencia múltiple buscando asociaciones y disociaciones entre las variables estudiadas. Los análisis estadísticos se realizaron en el programa STATISTICA.

Finalmente, las direccionalidades de los desplazamientos mensuales para cada temporada reproductiva fueron analizadas mediante el promedio de ballenas por viaje y su respectiva medida de dispersión (*i.e.* desviación estándar).

V. RESULTADOS

5.1 ESFUERZO DE AVISTAMIENTO Y ABUNDANCIA TOTAL

Se realizaron 347.2 horas de observación en un total de 226 viajes durante las cuatro temporadas invierno/primavera (2009-2012) registrándose 809 individuos distribuidos en 366 grupos. Cabe notar que el esfuerzo de muestreo varió intranualmente; en los años 2010 y 2012 se realizaron un mayor número de viajes registrándose 121 y 118 grupos respectivamente. La tendencia temporal de la abundancia total se muestra en la figura 2, la cual indica una mayor abundancia de individuos durante los meses de agosto y setiembre para luego decrecer hacia fines de octubre. Esta tendencia fue consistente durante las cuatro temporadas examinadas.

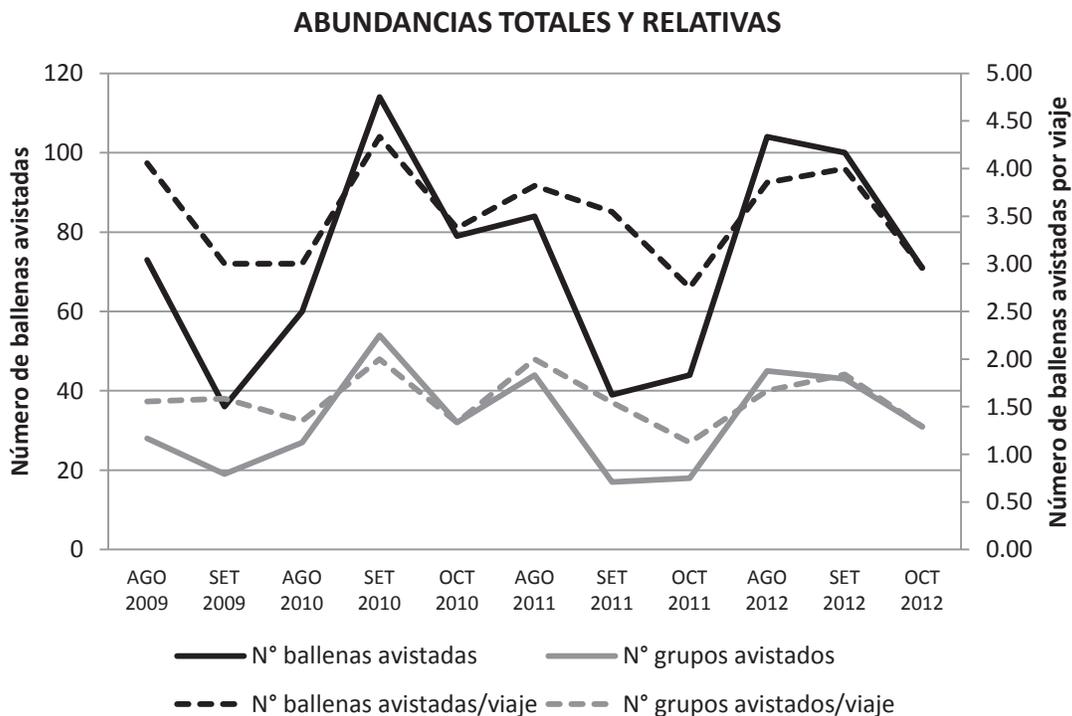


Figura 2. Correspondencia entre las abundancias totales y relativas del número de ballenas y grupos avistados para las cuatro temporadas invierno/primavera.

5.2 ABUNDANCIA POR TIPO DE GRUPO

Para el período 2009-2012, los grupos dúos fueron los más abundantes seguidos por los grupos madres con cría y los grupos solitarios. Los grupos menos abundantes quedaron representados por: madres con cría acompañados de una escolta, tres a más individuos y madre con cría acompañados por más de una escolta. Interanualmente, durante los años 2010, 2011 y 2012 los grupos dúos y madre con cría fueron predominantes. Cabe recordar que no se cuenta con datos para el mes de octubre del año 2009 por lo que posiblemente el registro de madres con cría fue bajo (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen de esfuerzos de observación. Número de grupos observados del 2009 al 2012. Entre paréntesis se muestra la frecuencia de ocurrencia: N° de grupos observados en cada viaje.

Año	2009	2010	2011	2012	TOTAL
N° de viajes	30	71	49	76	226
Solitarios	13 (0.43)	29 (0.41)	19 (0.39)	14 (0.18)	75 (1.41)
Dúos	15 (0.50)	31 (0.44)	23 (0.47)	43 (0.57)	112 (1.97)
Tríos a más	10 (0.33)	5 (0.07)	6 (0.12)	18 (0.24)	39 (0.76)
Madre-cría	3 (0.10)	33 (0.46)	21 (0.43)	30 (0.39)	87 (1.39)
Madre/cría-escolta	3 (0.10)	19 (0.27)	8 (0.16)	10 (0.13)	40 (0.66)
Madre/cría-escoltas	3 (0.10)	4 (0.06)	3 (0.06)	3 (0.04)	13 (0.26)
TOTAL	47 (1.57)	121 (1.70)	80 (1.63)	118 (1.55)	366

5.3 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL (VARIACIÓN DE LAS ABUNDANCIAS RELATIVAS)

Intrínsecamente, los grupos solitarios y dúos fueron mayores en número durante el mes de agosto para luego decrecer ligeramente en setiembre y reducirse abruptamente en octubre. Los grupos madre-cría se incrementaron en setiembre alcanzando su pico máximo en octubre. El número de avistamientos de los grupos de tres a más individuos, los grupos madre-cría-escolta y madre-cría-escoltas fueron los grupos menos frecuentes en las cuatro temporadas reproductivas y no presentaron un patrón distinguible (Figuras 3 y 4).

Al agrupar las categorías sin presencia de cría como “grupos sin cría” y las categorías con presencia de cría como “grupos con cría” se observó una clara disminución de las abundancias de los primeros en tanto que los segundos se incrementaron, principalmente, hacia octubre en cada temporada (Figura 5).

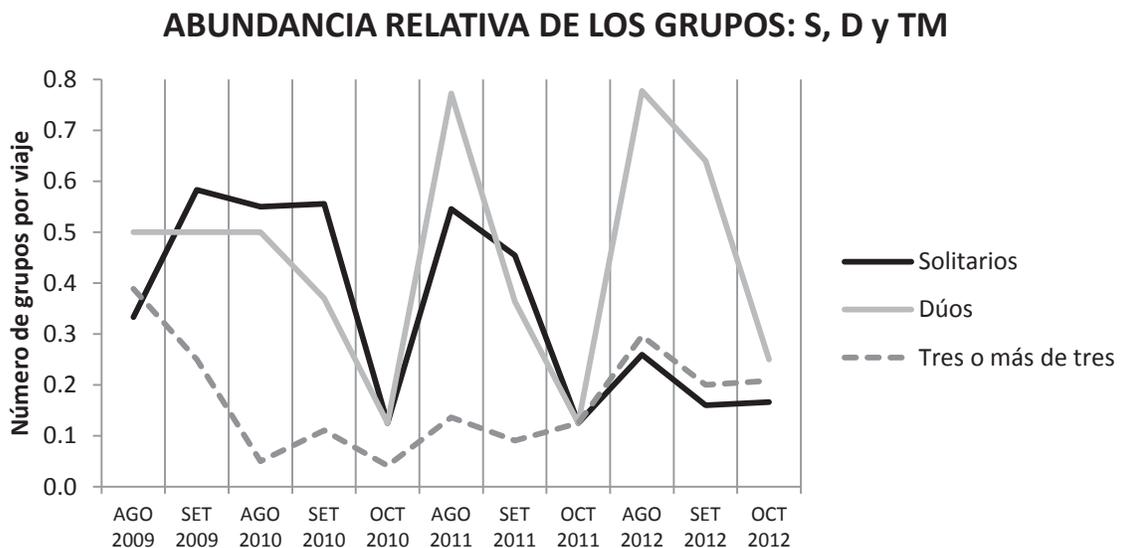


Figura 3. Variaciones de las abundancias relativas mensuales de los grupos: solitarios (S), dúos (D) y de tres a más individuos (TM) en cada temporada invernal.

ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS GRUPOS: MC, ME y MCE

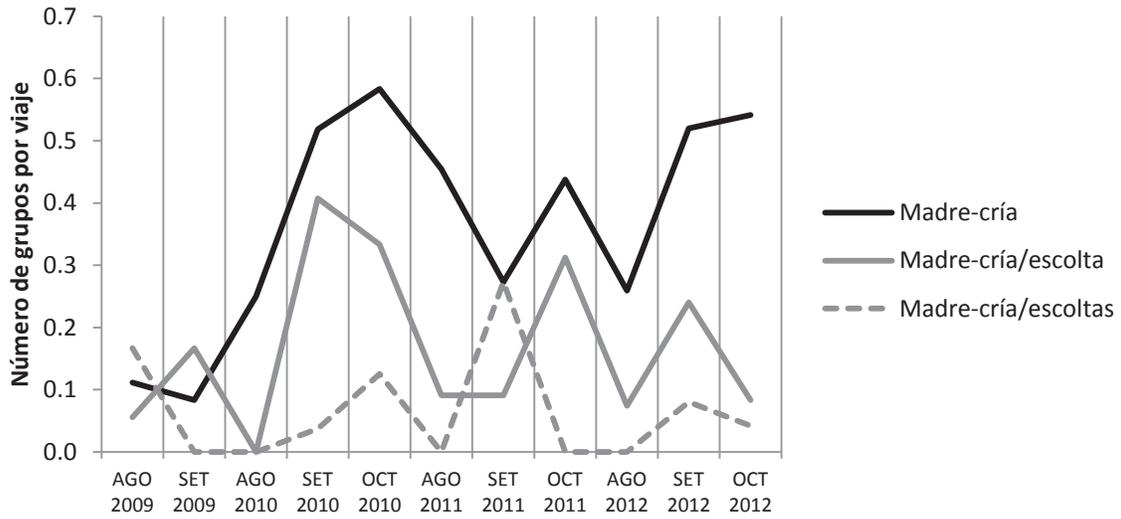


Figura 4. Variaciones de las abundancias relativas mensuales de los grupos: madre-cría (MC), madre-cría/escolta (ME) y madre-cría/escoltas (MCE) en cada temporada invernal.

ABUNDANCIA RELATIVA DE LOS GRUPOS CON CRÍA Y SIN CRÍA

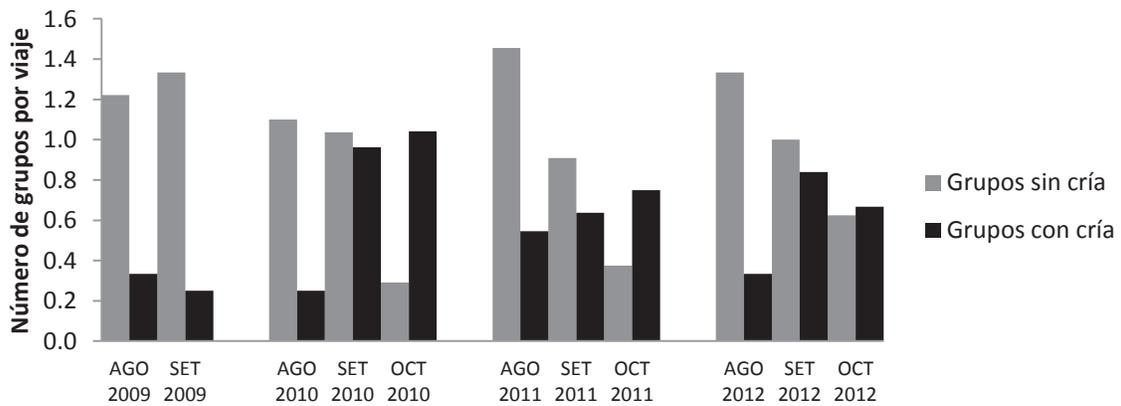


Figura 5. Variaciones de las abundancias relativas mensuales de los grupos con cría y los grupos sin cría en cada temporada invernal.

5.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

El 98% de todos los grupos fueron recurrentes en la zona comprendida entre la línea de costa y la isobata de los 200 metros (Figura 7). En promedio, los grupos madre con cría y los grupos madre/cría acompañados de una escolta, ocuparon las zonas más someras en comparación del resto de categorías grupales. Los grupos solitarios y madre/cría acompañados por más de una escolta ocupando profundidades medias y finalmente, los grupos dúos con los grupos formados por tres o más de tres individuos se distribuyeron en las zonas profundas. Aun así, se observó un amplio rango distribucional en todas las categorías grupales tal como lo sugieren los valores estimados de las desviaciones estándar (Tabla 2).

Tabla 2. Valores promedio de las profundidades registradas para cada categoría grupal.

	Profundidad (m)		
	Promedio (m)	Desv. Est. (m)	Rango (m)
Solitarios	57.5	39	5.6 - 201.2
Dúos	64.4	41.8	9.6 - 230.5
Tríos o más de tres	90.1	62.4	12.2 - 250
Madre-cría	41.7	24.4	6.9 - 121.5
Madre-cría/Escolta	41.6	21	8.6 - 88.9
Madre-cría/Escoltas	54.6	29.7	15.5 - 125.2

Proporcionalmente, para el período 2009-2012, los grupos madre-cría (52%), madre/cría-escolta (45%) y los grupos madre/cría-escoltas (46%) fueron mayormente observados en el área delimitada por las isobatas de los 20-50 metros. Mientras que los grupos dúos (46%) y tres a más individuos (46%) fueron especialmente recurrentes entre los 50-100 metros de profundidad. Los grupos solitarios (39% y 36%) fueron

principalmente observados en un rango mayor: entre los 20-50 y 50-100 metros de profundidad (Tabla 3 y figuras 7 y 8A-F). Es decir, ocurrió una relativa segregación donde los grupos con presencia de crías tienden a ocupar zonas menos profundas que los grupos sin presencias de éstas. Dicha segregación fue más notoria entre los grupos con cría: Madre-cría; madre-cría/escolta y los grupos sin cría: Dúos, Tres a más individuos (Kruskal Wallis $H_c=39.4$; G.L.=5; $P<0.05$). La posterior prueba de Mann-Whitney confirmó este tipo de distribución segregada en función a la profundidad (Tabla 4).

Tabla 3. Número y porcentajes de grupos de cada categoría grupal en los distintos rangos batimétricos.

Prof. (m)	Solitarios	Dúos	Tríos a más	Madre-cría	Madre-cría/Escolta	Madre-cría/Escoltas
0-20	11 (14%)	11 (11%)	2 (5%)	16 (18%)	9 (23%)	1 (8%)
20-50	30 (39%)	34 (33%)	9 (24%)	46 (52%)	18 (45%)	6 (46%)
50-100	27 (36%)	48 (46%)	17 (46%)	24 (27%)	13 (33%)	5 (38%)
100-200>	8 (11%)	11 (11%)	9 (24%)	3 (3%)	0 (0%)	1 (8%)

Tabla 4. Prueba de Mann-Whitney mostrando diferencias del uso de la profundidad entre diferentes categorías grupales (S: Solitarios, D: Dúos, T: Tres a más de tres; MC: Madre-cría; ME: Madre-cría/Escolta y MCE: Madre-cría/Escoltas).

	D	TM	MC	ME	MCE
S	PV>0.05	PV=0.05	PV>0.05	PV>0.05	PV>0.05
D	–	PV>0.05	PV<0.05*	PV<0.05*	PV>0.05
TM	–	–	PV<0.05*	PV<0.05*	PV>0.05
MC	–	–	–	PV>0.05	PV>0.05
ME	–	–	–	–	PV>0.05

El análisis de correspondencia múltiple (Chi cuadrado 4970.4; GL=256; PV<0.05) muestra que intranualmente, se detectaron variaciones en la profundidad a nivel mensual donde los rangos batimétricos más próximos a la costa (0-20, 20-50) se asociaron con los meses de setiembre/octubre y los grupos con cría mientras que los rangos batimétricos más lejanos (50-100, 100-200) con el mes de agosto y los grupos sin cría (Figura 6); como se observó también en las variaciones temporales intranuales (Figura 5).

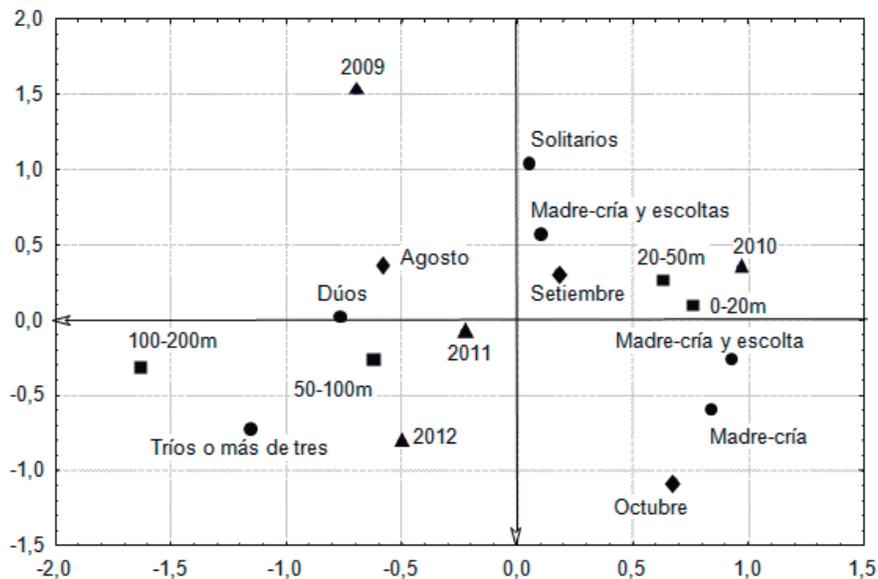


Figura 6. Análisis de correspondencia múltiple mostrando asociaciones entre los años (triángulos), meses (rombos), rangos batimétricos (cuadrados) y clases grupales (círculos).

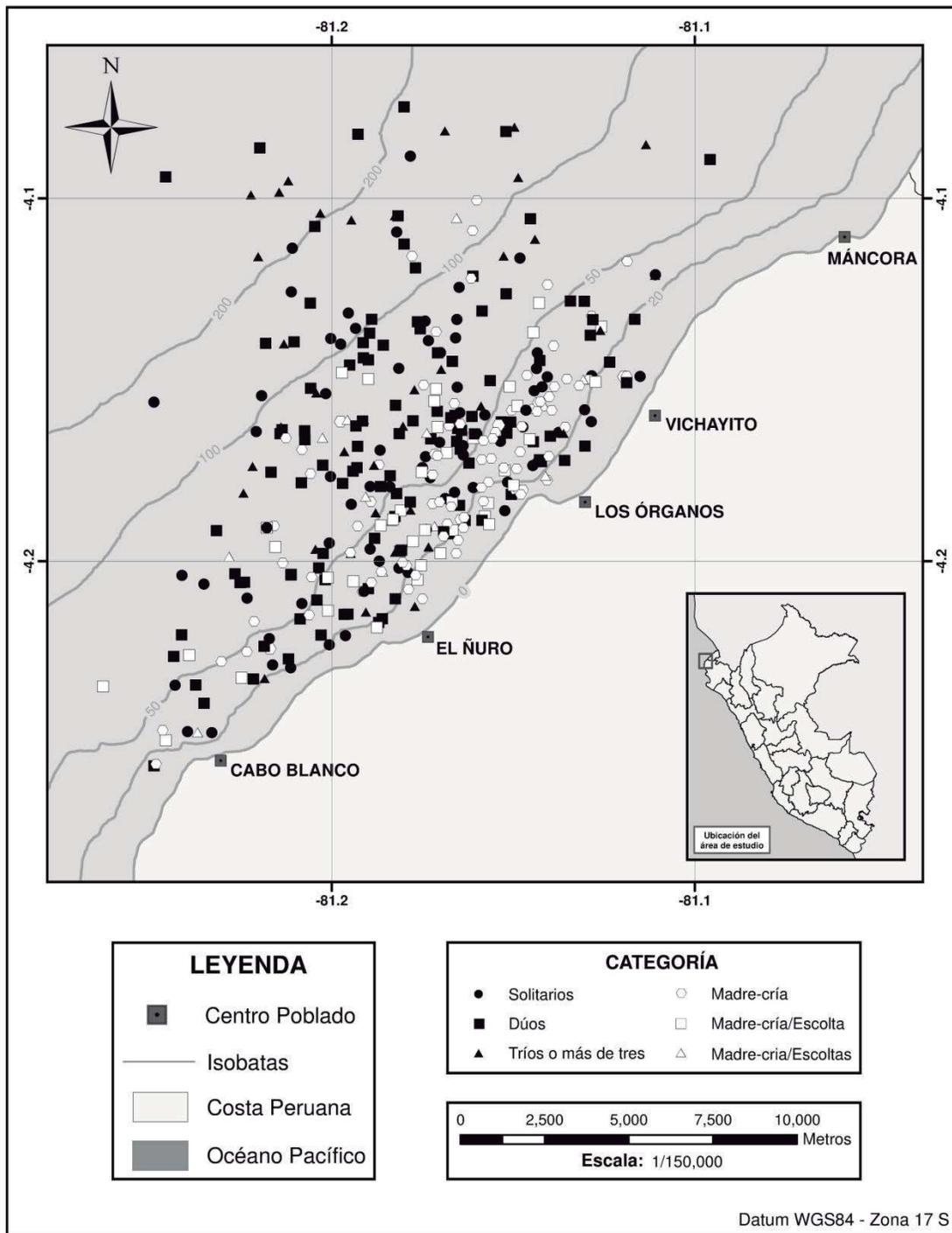


Figura 7. Mapa de distribución espacial para todas las clases grupales durante el período 2009-2012.

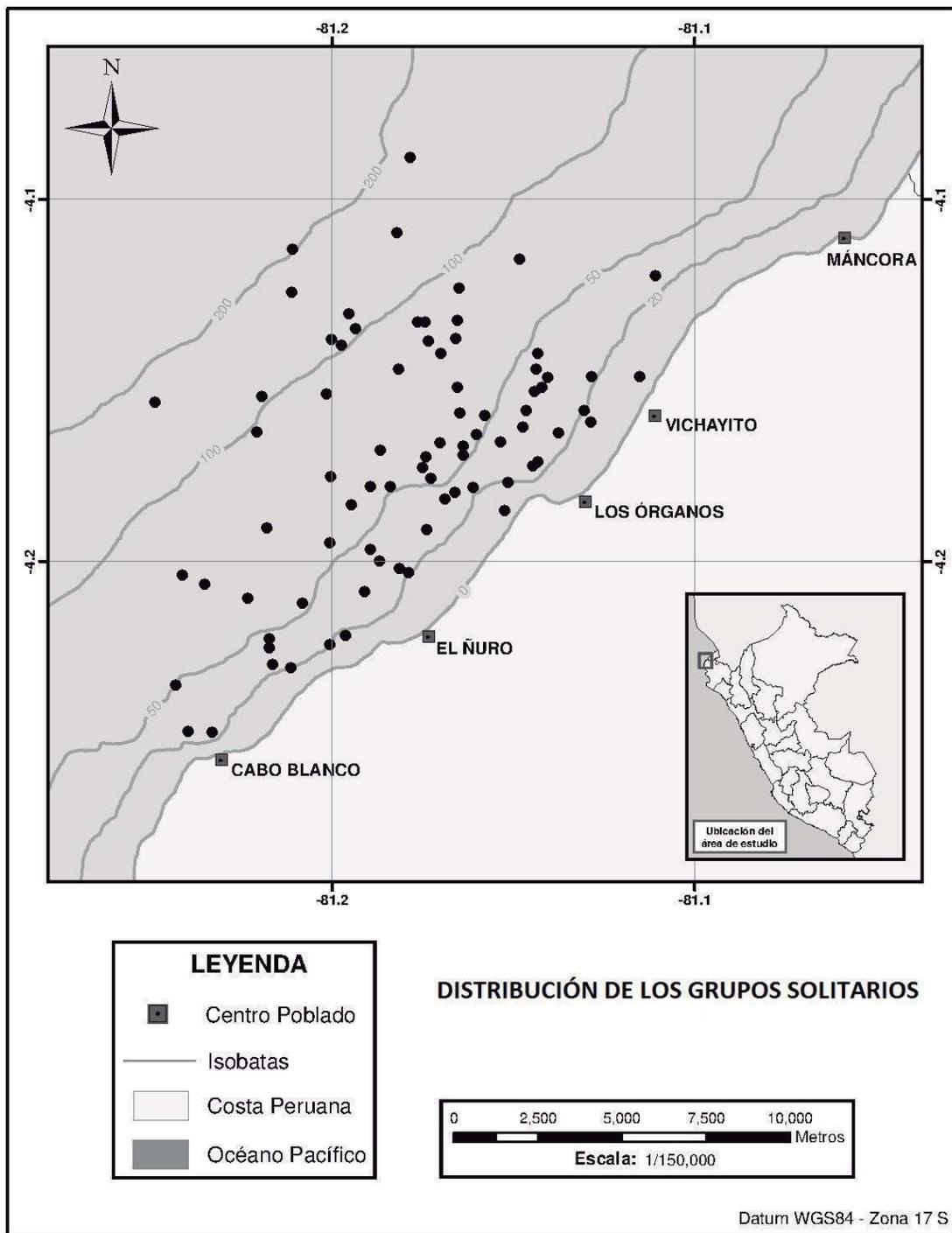


Figura 8A. Mapa de distribución espacial para el período 2009-2012 para la clase grupal Solitarios.

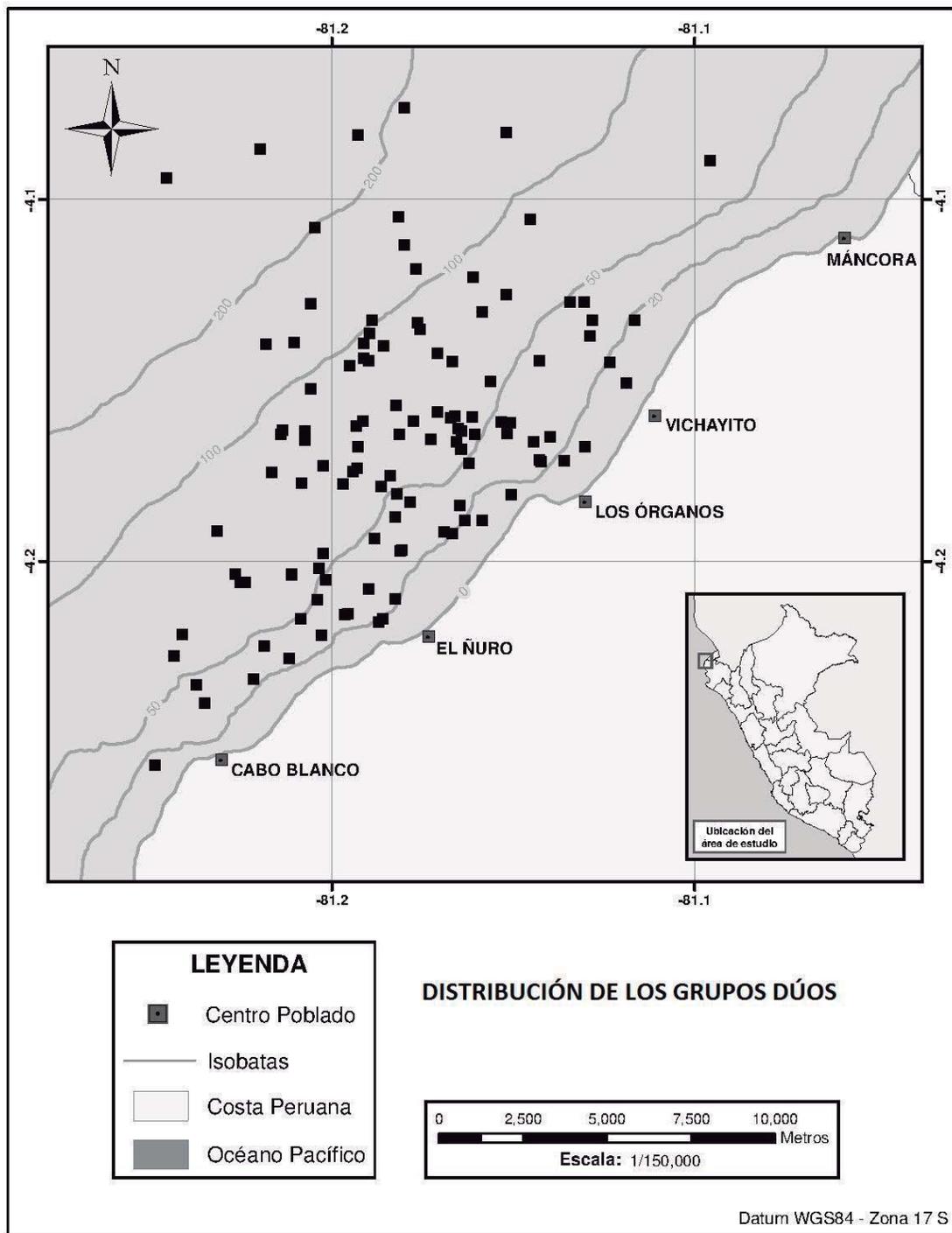


Figura 8B. Mapa de distribución espacial para el período 2009-2012 para la clase grupal Dúos.

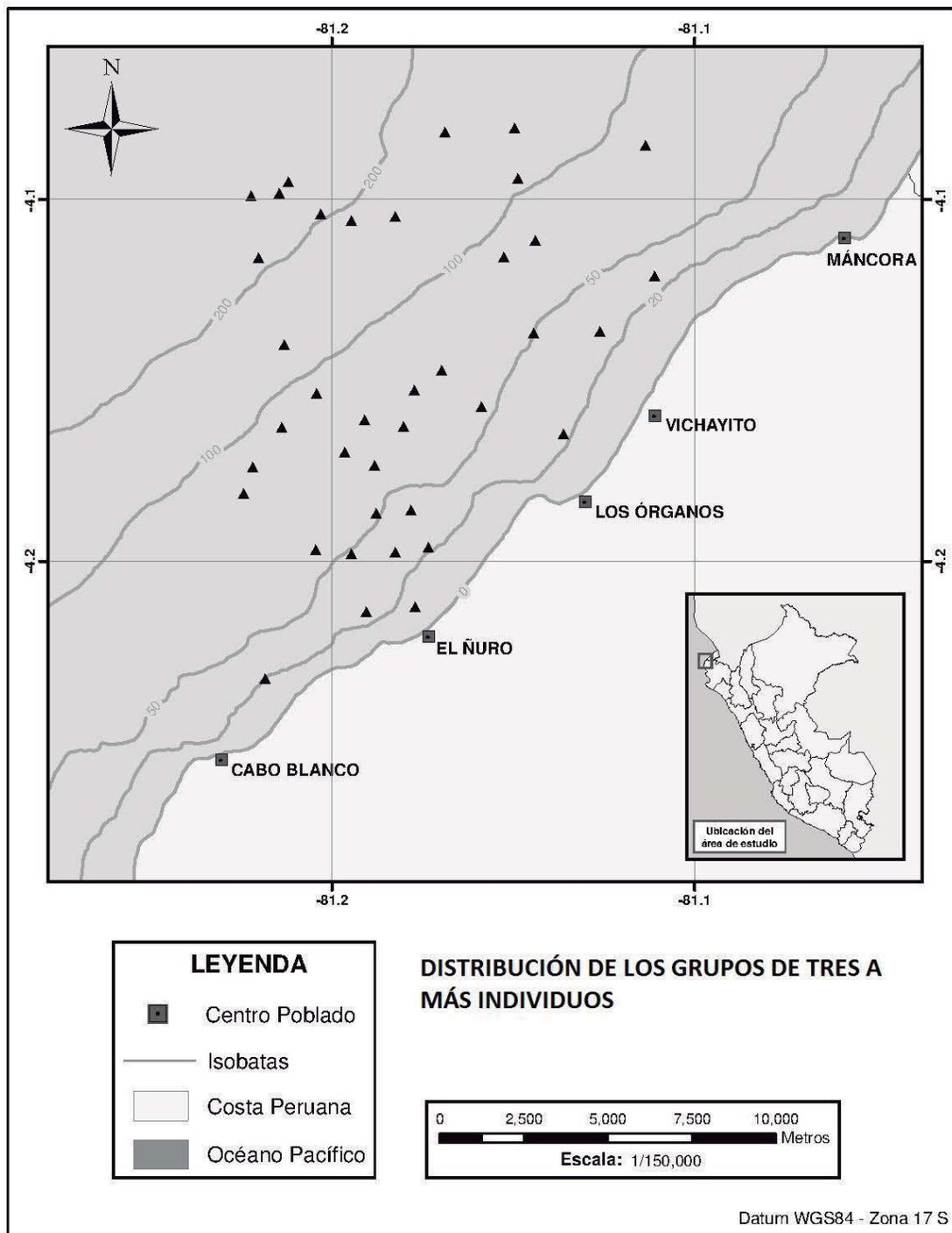


Figura 8C. Mapa de distribución espacial para el período 2009-2012 para la clase grupal Tres a más individuos.

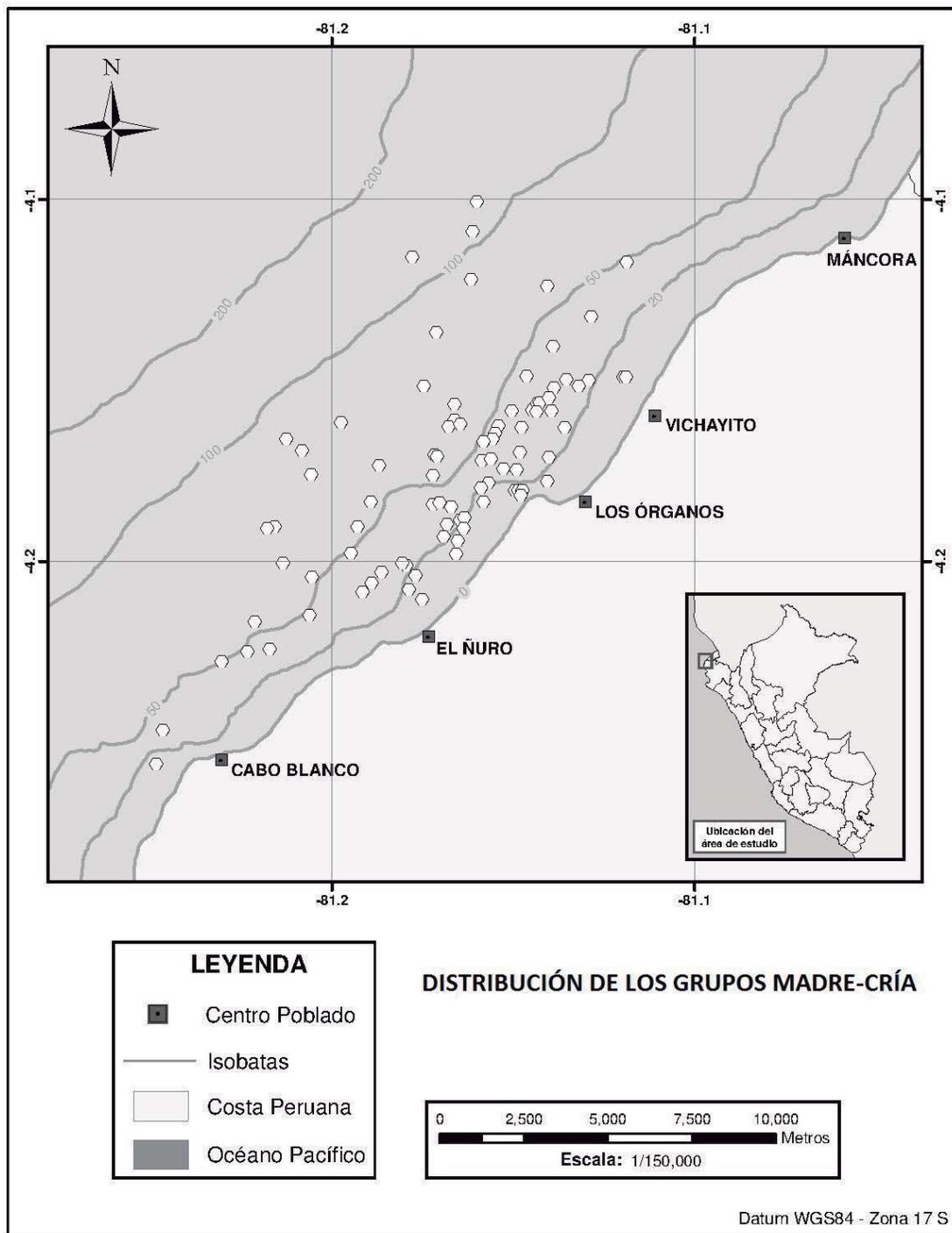


Figura 8D. Mapa de distribución espacial para el período 2009-2012 para la clase grupal Madre-cría.

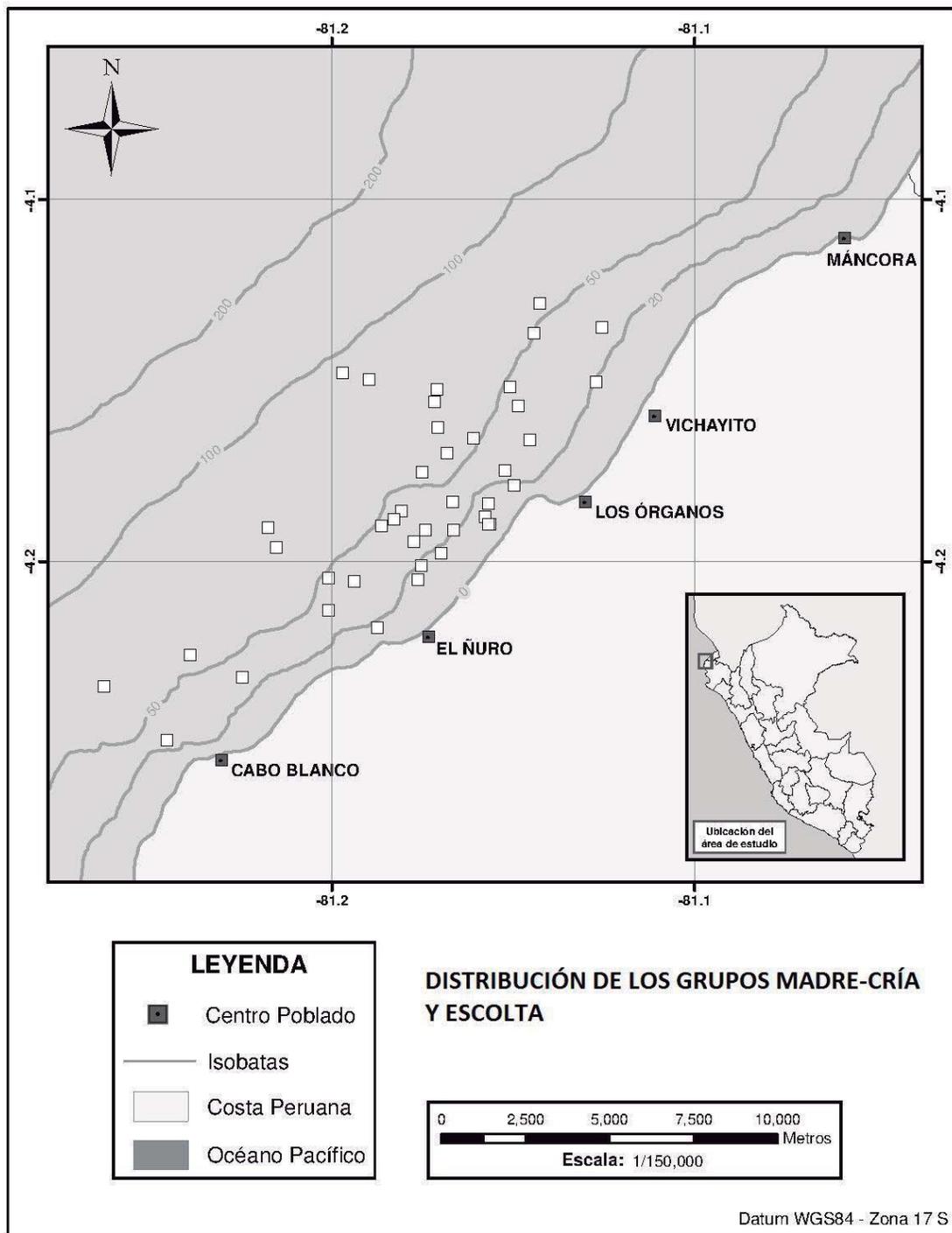


Figura 8E. Mapa de distribución espacial para el período 2009-2012 para la clase grupal Madre-cría y escolta.

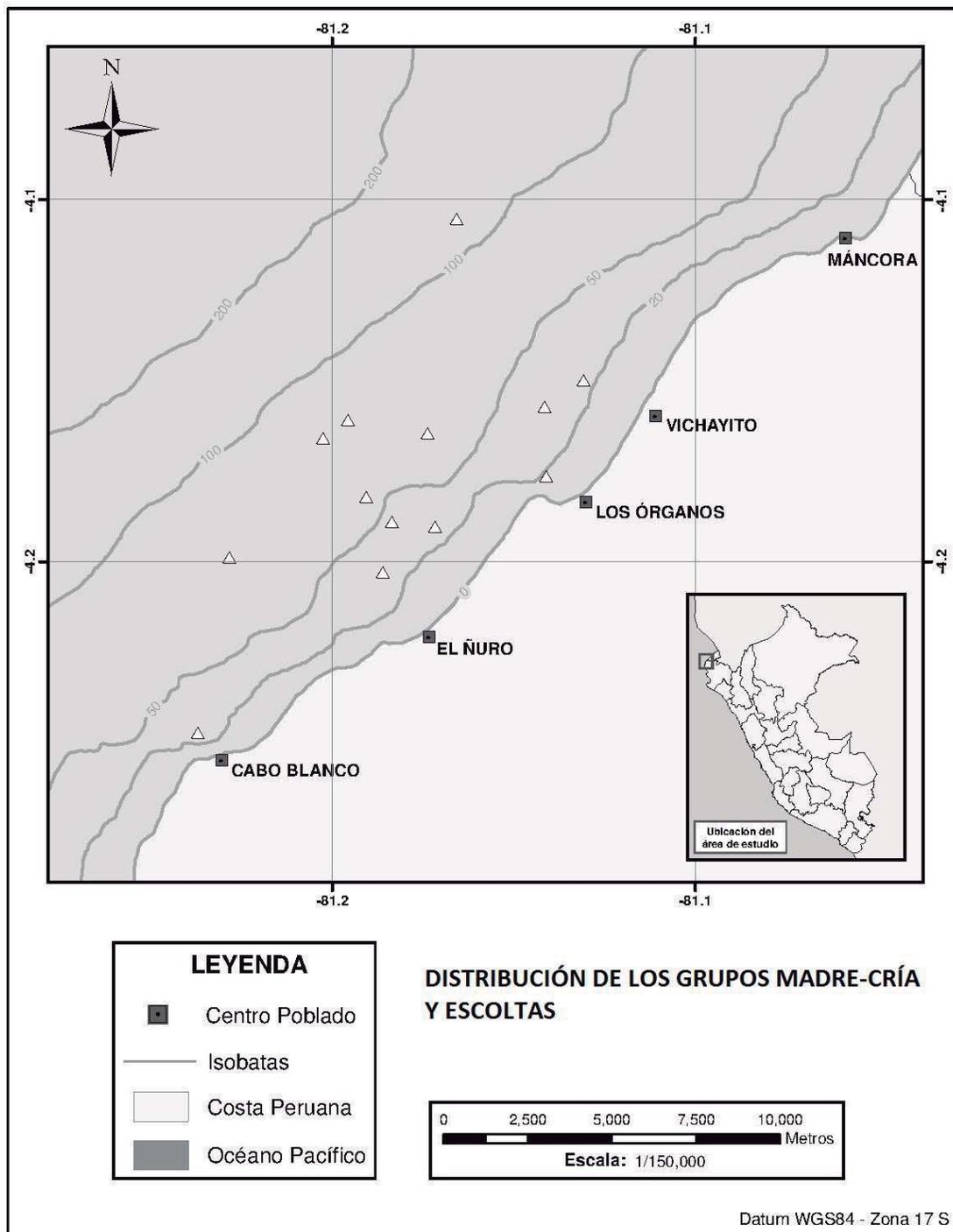


Figura 8F. Mapa de distribución espacial para el período 2009-2012 para la clase grupal Madre-cría y escoltas.

5.5 DIRECCIONALIDAD DE LOS DESPLAZAMIENTOS

En el año 2009, durante el mes de agosto, las direcciones norte y sur fueron las más utilizadas. Para el mes de setiembre, las ballenas con desplazamiento sur fueron, en promedio, más abundantes mientras que los desplazamientos hacia el norte/indeterminado presentaron niveles menores.

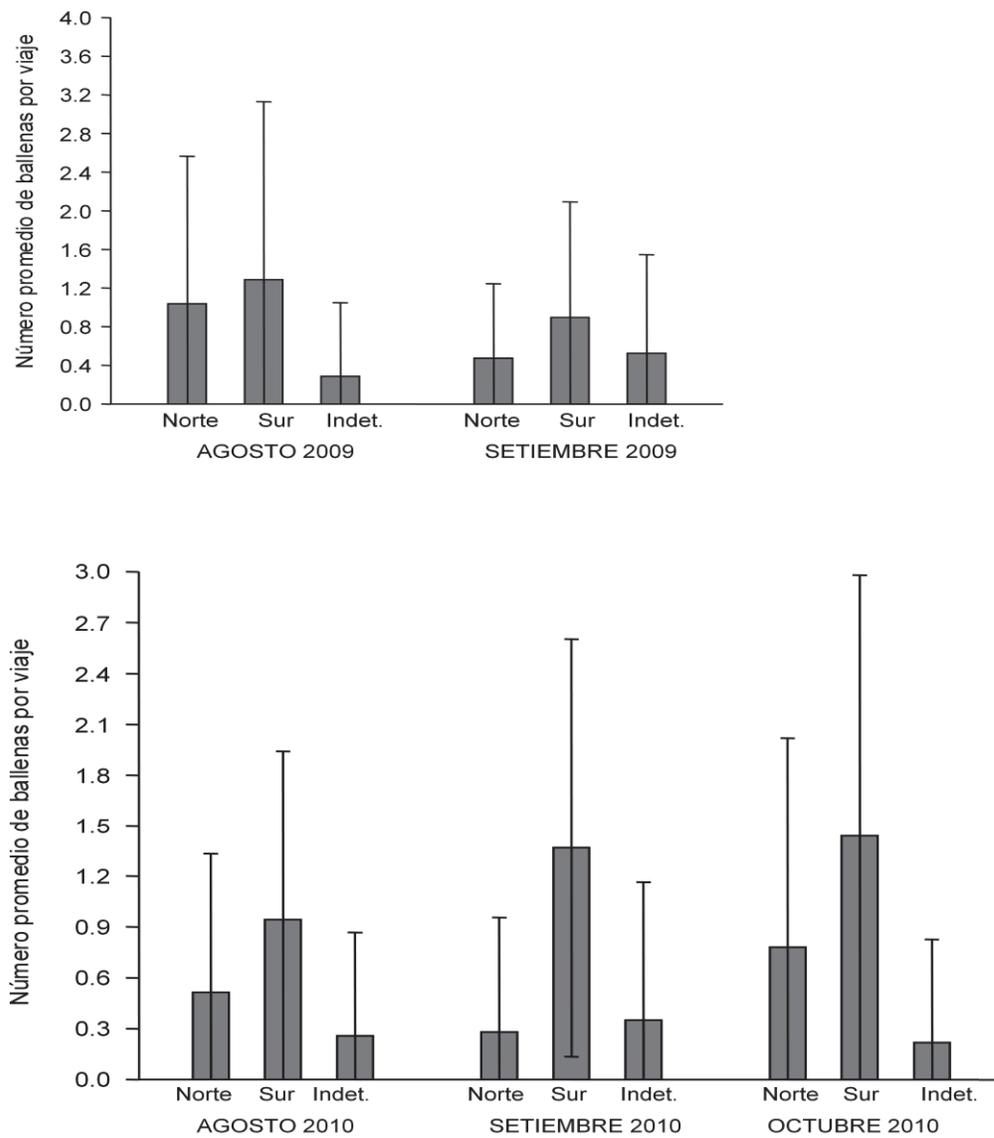
Para el año 2010, el patrón fue similar a lo observado para el 2009. Sin embargo, para el mes de octubre, el número de jorobadas con desplazamiento hacia el norte se incrementó considerablemente mientras que las direcciones sur (que siguió siendo la predominante) e indeterminada presentaron variaciones muy pequeñas respecto al mes anterior.

Para el año 2011, durante agosto los desplazamientos hacia el sur fueron mucho más abundantes que los desplazamientos hacia el norte e indeterminados que presentaron una abundancia similar. Durante setiembre, los desplazamientos hacia el sur fueron muy superiores respecto a los del norte y se incrementaron considerablemente respecto al mes anterior. Durante octubre, los desplazamientos hacia el sur decrecen notoriamente mientras que los desplazamientos hacia el norte son los más importantes para este mes. Los desplazamientos indeterminados no fueron observados durante setiembre y fueron mínimos en octubre.

Para el año 2012, la dirección sur fue la más utilizada durante los tres meses y fue muy superior en abundancia respecto a las direcciones norte e indeterminada. Entre estas últimas, la dirección indeterminada fue relativamente más abundante que la dirección norte (Figura 9).

Se analizó también las direccionalidades de las clases grupales más representativas: solitarios, dúos y madres con cría para el período 2009-2012. Se observó que los grupos solitarios durante agosto se desplazaron principalmente hacia el norte pero los desplazamientos hacia el sur e indeterminados también fueron considerables. Hacia setiembre el número de desplazamientos hacia el sur es ligeramente mayor que en las direcciones restantes mientras que para octubre la dirección sur fue predominante. En los grupos dúos la preferencia por la dirección sur es notoria en los tres meses. Sin embargo,

sólo para el mes de agosto, las direcciones norte e indeterminada son relativamente importantes. Finalmente, si bien los desplazamientos de los grupos madre-cría fueron principalmente hacia el sur durante los tres meses; para el mes de octubre, los desplazamientos hacia el norte e indeterminados se hacen más abundantes respecto a los meses previos (Figura 10).



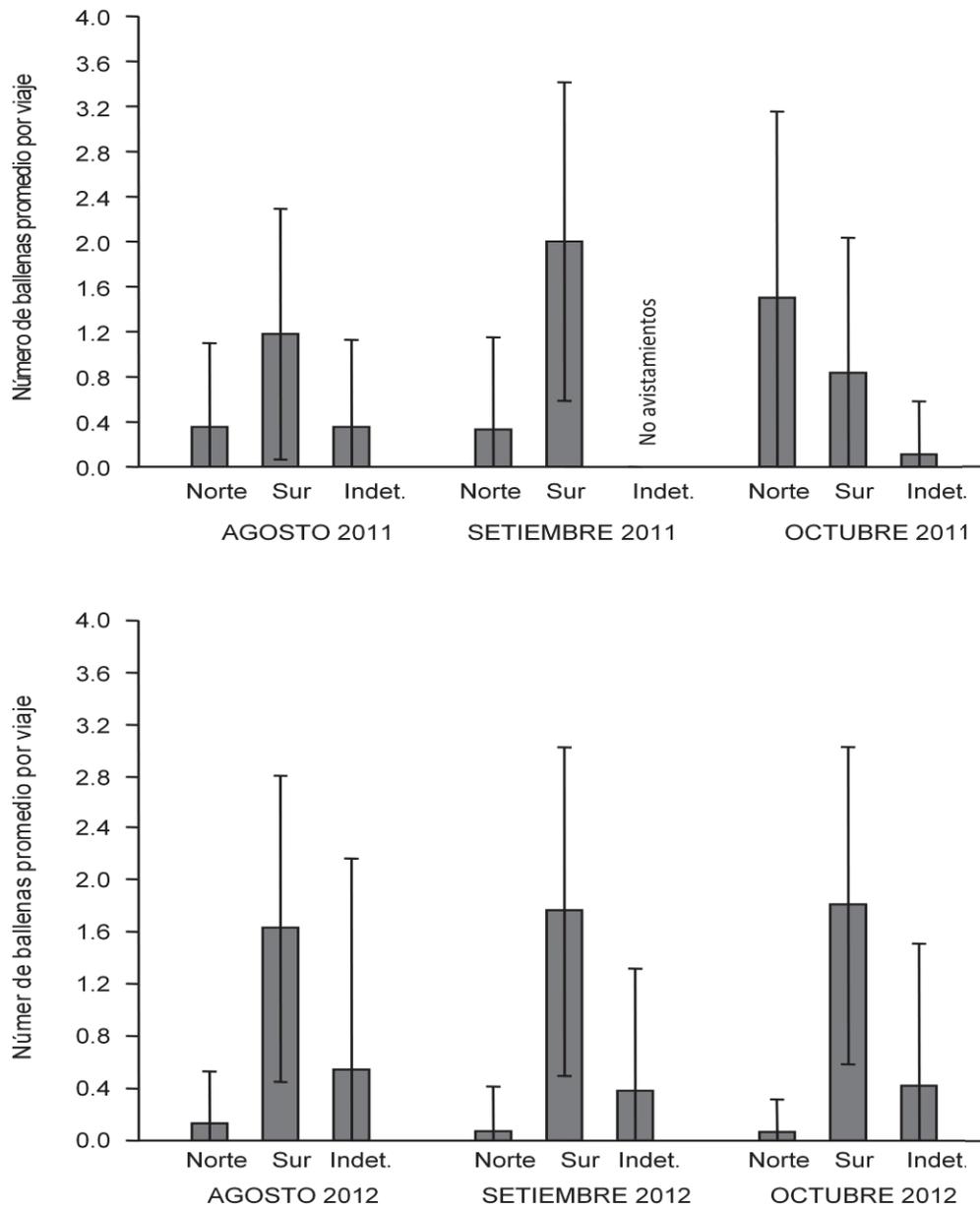


Figura 9. Direcciones intranuales (mensuales) de los desplazamientos para cada temporada reproductiva en función al número promedio de ballenas por viaje y sus respectivas desviaciones estándar (páginas 30 y 31).

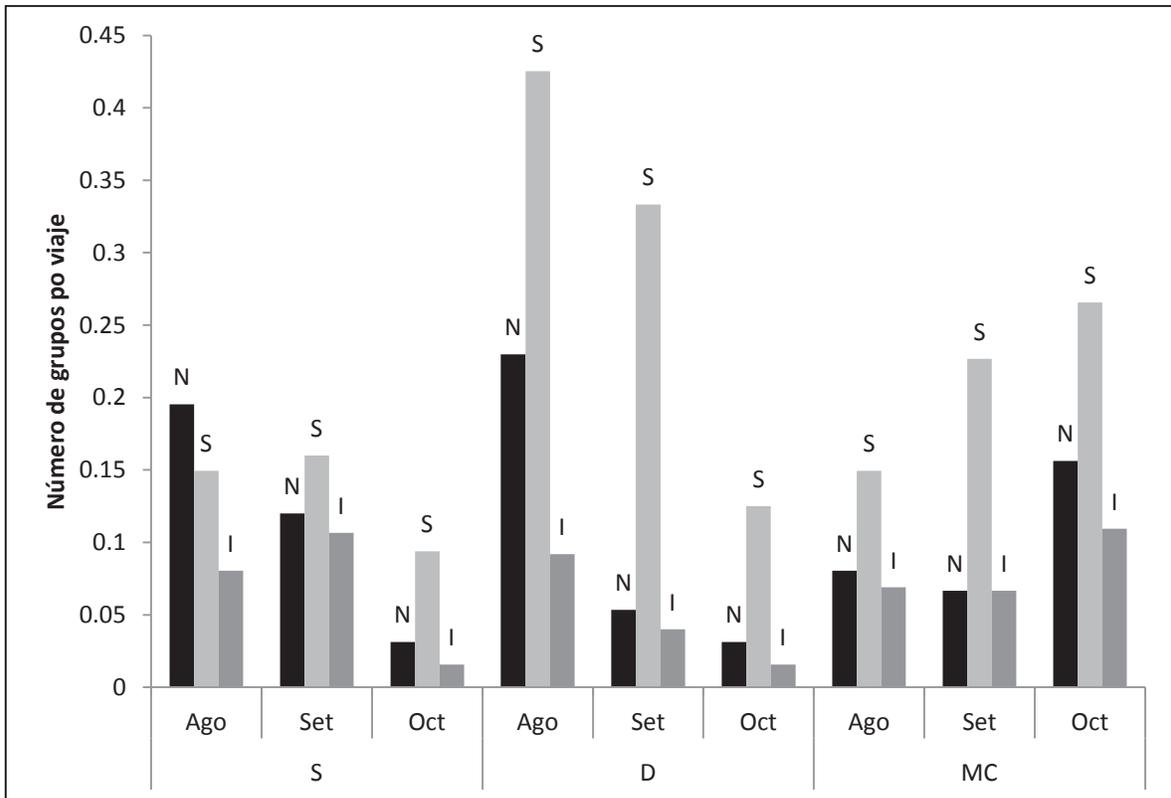


Figura 10. Direcciones de los desplazamientos de las clases grupales más representativas: Solitarios, Dúos, Madre-cría durante el período 2009-2012 en función al número de grupos por viaje. N=norte; S=sur e I=indeterminado.

VI. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio muestran que para el período 2009-2012, la ballena jorobada hizo un uso preferencial del hábitat segregándose en función a la composición y tamaño grupal en el área comprendida entre Los Organos y Cabo Blanco (~ 4,05° - 4,15° S). Los grupos pares madre-cría y madre-cría acompañados de una escolta se distribuyeron principalmente en el rango batimétrico de los 20-50 m. Los grupos dúos y tríos o más de tres ocuparon especialmente el área delimitada por las isobatas de 50 y 100 metros. Finalmente, los grupos Solitarios y Madre-cría acompañados por más de una escolta presentaron una amplia distribución entre las isobatas de los 20 y 100 metros.

Estos resultados complementan lo reportado por Pacheco *et al.* (2009) quienes sugieren que el inicio de la reproducción y crianza de la población del Pacífico Sur ocurre cuando los individuos se aproximan hacia las zonas costeras y no necesariamente en áreas ubicadas al norte de la latitud 3.5°S donde se han reportado la mayor actividad reproductiva (*e.g.* Flórez-González *et al.*, 2007). Estos resultados demuestran que la costa norte del Perú estaría funcionando no sólo como zona transicional sino también como área reproductiva y de crianza del *stock* G. Además, esta distribución espacial y la aparente segregación en el hábitat son semejantes a lo reportado en otras áreas invernales en distintos lugares tropicales y sub-tropicales en el mundo (Félix y Haase, 1997,2005; Vang, 2002; Erts y Rosenbaum, 2003; Zerbini *et al.*, 2004; Johnston *et al.*, 2007). Sin embargo, las profundidades a las cuales se distribuyeron las distintas clases grupales fueron diferentes de éstas ocurriendo traslapes entre ciertos grupos, probablemente, debido al comportamiento social/reproductivo y a la amplitud de la plataforma continental, entre otros factores.

La temperatura también podría jugar un rol importante en la zona de estudio que recibe intrusiones de masas de agua fría por estar ubicada muy cerca de la zona de convergencia entre la corriente peruana y las masas de agua ecuatoriales (con

predominancia de esta última entre los 4°S – 6°S) y donde además, la plataforma continental se estrecha (a 3-5mn de la costa) (Morón, 2000). Estas características físicas podrían sugerir la ausencia de una estructuración espacial del hábitat. No obstante, la temperatura superficial del mar, que en el área de estudio oscila entre 19° a 25 °C, se encuentra dentro del rango óptimo (necesario para la distribución espacial de los grupos con cría) descrito para otras áreas reproductivas (Guidino *et al.*, en preparación). Asimismo, la mayor concentración de individuos ocurrida entre la línea de costa hasta la isobata de los 200m soportan la hipótesis planteada.

6.1 ABUNDANCIAS RELATIVAS Y DIRECCIÓN DE LOS DESPLAZAMIENTOS

Se observó que los picos de abundancia de ballenas avistadas ocurrieron en los meses de agosto y setiembre, similar a lo reportado para áreas reproductivas de Ecuador y Colombia (Scheidat *et al.*, 1997; Félix y Haase, 2001a; Flórez-González *et al.*, 2003). Para el área de estudio, avistamientos continuos de ballenas fuera del rango: julio-noviembre son escasos o nulos (Alcorta y Silva, com. pers.). De igual modo, Ramírez (1988) observó ocurrencia de jorobadas frente al norte del Perú entre mayo y noviembre pero en mayor cantidad durante agosto y octubre. No obstante, García Godos *et al.* (2008) reportaron para la Isla Lobos de Tierra (06°25.96'S; 80°52.27'O) mayor frecuencia de ocurrencia en los meses de mayo y junio para luego decrecer entre los meses de agosto y octubre, e un incrementarse nuevamente en noviembre; lo cual se complementa con lo reportado en el presente trabajo. Si el área de estudio se comportase únicamente como zona de tránsito, se observarían dos picos de abundancia, el primero antes de los meses de mayor densidad de jorobadas en zonas invernales de Ecuador y Colombia, y el segundo posterior a la temporada reproductiva en dichas zonas. Sin embargo, lo observado corrobora la funcionalidad del área como reproductiva y de crianza, al menos para la zona nerítica (\leq 200m de profundidad). Además, el amplio rango temporal de observación principalmente en zonas oceánicas (mayo a noviembre) indicaría también la importancia de la zona norte del Perú también como corredor migratorio.

La predominancia de movimientos hacia el sur sugiere que parte de la población migrante procedentes de latitudes menores puedan estar de regreso hacia zonas polares pasando por el área de estudio o permaneciendo en ésta buscando nuevas oportunidades de reproducción. Pero también cabe la posibilidad de que los diferentes grupos se desplacen en un área mayor dentro de la zona norte del Perú considerando el importante número de desplazamientos indeterminados y con dirección norte, especialmente en los grupos solitarios, dúos y madres con crías. Movimientos locales dentro de una misma zona reproductiva han sido reportados en Hawái (Mate *et al.*, 1997; Cerchio, *et al.*, 1998) y desplazamientos continuos en grandes áreas por parte de las madres con cría han sido observados en Ecuador (Félix y Botero-Acosta, 2011), posiblemente como viajes de entrenamiento de la cría para la migración (Darling, 2001). García-Godos *et al.* (2008) reportan ocurrencia de grupos competitivos y de una cría recién nacida en la isla Lobos de Tierra (06°25.96'S; 80°52.27'W) y Santillán (2011) reportó la ocurrencia de jorobadas (incluyendo madres con cría) en la bahía de Sechura (5.6°S; 81°W) entre setiembre a noviembre (con mayor abundancia en octubre), las cuales presentaron comportamientos de cortejo y crianza además de la segregación de las clases grupales en función a la profundidad, con lo cual se especula algún tipo de conexión entre estas áreas evaluadas con los subsiguientes desplazamientos al sur y al norte, como también lo menciona Santillán (2011). En conclusión, estos desplazamientos sugieren una movilidad dentro del área de estudio que indica una presencia constante a lo largo de la temporada invierno/primavera.

6.2 DISTRIBUCIÓN TEMPORAL

Existió una variabilidad intranual para las cuatro temporadas reproductivas donde se observó una reducción de los grupos sin cría y un incremento de los grupos con cría hacia la segunda mitad de la temporada (setiembre y octubre). Dicha variabilidad puede corresponder a los cambios en el estado social de los individuos previos a la migración. Ha sido demostrado que la migración de la especie, desde zonas de alimentación a zonas reproductivas y viceversa, sigue un orden secuencial en el tiempo segregándose en función a la edad, sexo y estadio reproductivo, hembras con crías lactantes como primer grupo en

abandonar el área de alimentación, seguidos de individuos sexualmente inmaduros (machos y hembras), machos sexualmente maduros, y finalmente, hembras preñadas; mientras que el orden de retorno hacia las zonas de alimentación a finales de la temporada reproductiva es inverso (Dawbing, 1997; Craig *et al.*, 2003). Sin embargo, ha sido reportado también un importante cambio en el orden anterior para la población del Atlántico Norte, los machos fueron avistados antes que las hembras en la zona reproductiva de las Indias Occidentales (Stevick *et al.*, 2003). Este último orden podría explicar la variabilidad en las abundancias de las clases grupales dentro de cada temporada reproductiva, en agosto y octubre. Este tipo de variabilidad temporal intranual en las abundancias de los diferentes grupos ha sido también documentada en Abrolhos, Brasil (Morete *et al.*, 2007) y Ecuador (Félix y Haase, 2005). Estas similitudes apoyan el argumento de considerar a la zona norte del Perú como área reproductiva y de crianza.

Por lo tanto, los resultados de este estudio sugieren que: (i) los grupos sin cría observados en alta abundancia durante la primera mitad de la temporada invernal posiblemente correspondan a individuos jóvenes y/o adultos de ambos sexos que formarían los grupos dúos y tríos a más; y las pocas madres con cría observadas corresponderían a hembras con crías de un año como mínimo, es decir, nacidas en la temporada invernal previa con la capacidad de movilizarse en zonas ligeramente alejadas de costa. (ii) Conforme transcurre la temporada, hembras recientemente preñadas migrarían hacia las altas latitudes (zonas de alimentación) originando el decrecimiento en número de los grupos sin cría; y hembras con crías recientemente paridas junto a las madres con cría recientemente llegadas al área, provocarían el incremento de la clase grupal madre con cría. (iii) Esto conllevaría a un cambio en la estrategia reproductiva de los machos hacia la segunda mitad de la temporada que ante la ausencia de hembras receptivas solitarias acosarían a las hembras con cría formándose los grupos madre con cría acompañados de una o más escoltas. El ligero incremento de los grupos madre/cría y escolta durante el mes de setiembre apoyaría esta presunción. Sin embargo, son necesarios estudios moleculares que determinen el sexo de los individuos y estudios mucho más detallados que permitan aproximarse mejor a la edad de las crías para poder establecer el orden de llegada al área.

6.3 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

Para el presente estudio, el 98% de los avistamientos totales fueron observados en la zona nerítica delimitada por la isobata de los 200 m, lo cual concuerda con lo reportado en muchas otras áreas invernales en distintas localidades (*e.g.* Urbán y Aguayo, 1987; Urbán 1997; Craig y Herman, 2000; Scheidat *et al.*, 2000). Es decir, la plataforma continental delimitaría el área reproductiva preferida por las jorobadas. Aunque la amplitud de la plataforma puede influir en la distribución de las jorobadas ocupando desde profundidades menores a 70 m (<50 m Erts y Rosenbaum, 2003; Smith *et al.*, 2012) hasta la isobata de los 300 m (Zerbini *et al.*, 2004). Los nueve grupos avistados (entre dúos y de tres a más individuos) fuera de la zona delimitada por la isobata de los 200 m sugieren que la distribución espacial se puede extender hasta zonas oceánicas en el norte del Perú. Sin embargo, estos avistamientos pudieron también estar ligados a la migración más que a la reproducción en el área.

6.3.1 Madres con cría

Los grupos madre con cría ocuparon zonas someras y aparentemente calmas entre las isobatas de los 20 y 50 m mostrando una notoria segregación espacial en comparación con otras clases grupales. No obstante, la segunda mayor concentración se observó en el rango de los 50-100 m, superando en abundancia de individuos al rango batimétrico de los 0-20 m. Los pocos grupos observados entre los 0-20 m (presentes en zonas alejadas de muelles y de bajo tránsito marítimo) involucraron, principalmente, crías menores a la tercera parte de la talla del adulto acompañante, coloración gris clara y aleta dorsal curvada lateralmente (*obs. pers.*), características propias de individuos recién alumbrados (Cartwright, 2009; Faria *et al.*, 2013).

Si bien estos grupos ocuparon mayormente zonas poco profundas, esta distribución espacial difiere relativamente cuando se compara con otras áreas invernales. La batimetría y la geografía del lugar pueden jugar roles fundamentales en la segregación. Por ejemplo, en las principales áreas de reproducción de Ecuador la plataforma continental es amplia, teniendo en algunos casos de 30 a 50 m de profundidad a 40 km de costa (*e.g.* Puerto López, Puerto Cayo) o en su defecto, 200 m de profundidad a 13.5 km (*e.g.* Península Santa Elena) (Félix y Hasse, 2005; Félix y Botero-Acosta, 2011) y en la bahía de Antogil, Madagascar la profundidad máxima: 70 m se alcanza a 80 km de la costa permitiendo no sólo una segregación espacial marcada sino también una separación del resto de clases grupales. Sin embargo, Cartwright *et al.* (2012) reportó que en el canal de Au'au, Hawái (55.9 m de profundidad media), estos grupos se distribuyeron entre los 40-60 m de profundidad evitando las zonas someras (<20 m) debido a la fuerte presión ejercida por actividades antropogénicas costeras. Este hecho sumado a la estrechez del canal poco profundo influyó en la segregación espacial de las madres con cría originando además el traslape espacial con otras clases grupales. De igual modo, la estrecha plataforma continental y actividades antrópicas podrían condicionar la distribución de las madres con cría en el área de estudio, sobre todo en las zonas someras.

Además, el comportamiento durante la crianza y la abundancia relativa de estos grupos también puede influir en su amplia distribución, principalmente entre las isobatas de 20 y 50 m de profundidad. La ocupación de las zonas someras (< 20m) por parte de madres con crías recientemente alumbradas y la ausencia de interacción entre estos grupos (Smultea, 1994) limitaría el uso y disponibilidad del espacio en dichas zonas. A su vez, el incremento progresivo en la abundancia hacia finales de la temporada provocaría el necesario desplazamiento hacia zonas de mayor profundidad. Es posible entonces que zonas menores a 20 m de profundidad se utilicen como lugar de alumbramiento mientras que el área delimitada por las isobatas de 20 y 50 m como lugar de crianza. Adicionalmente, la movilización hacia zonas de profundidades mucho mayores puede ser explicada como viajes de entrenamiento para la reciente cría (Erts y Rosenbaum, 2003) o como zonas de desplazamiento para madres con cría de un año o más. Por otro lado, una hembra adulta con una cría nacida en la temporada anterior puede encontrarse sexualmente

activa (Clapham, 1996) y por consiguiente, desplazarse hacia zonas profundas buscando atraer machos.

La temperatura superficial del mar podría también estar jugando un rol importante ya que la zona de estudio recibe intrusiones de masas de agua frías procedentes de la corriente peruana presentando menor temperatura en las zonas costeras que en áreas de mayor profundidad lo cual puede resultar crucial durante el desarrollo de la cría (Guidino, en preparación). Aunque otras variables como la topografía del terreno, intensidad del viento y las corrientes pueden estar implicadas, como ha sido demostrado en áreas reproductivas de Costa Rica (Oviedo y Solís, 2008).

Cualquiera sea el caso por el que la mayoría de madres con cría evitan el rango batimétrico de los 0-20 m, lo cierto es que su distribución es costera y en zonas mucho más someras que los grupos numerosos y la mayoría de grupos dúos, es decir, presentaron una evidente segregación espacial y una relativa segregación con respecto a los grupos sin cría.

6.3.2 Madre con cría y escolta(s)

La distribución de estos grupos, principalmente madre-cría y escolta, fue somera y relativamente segregada de los grupos dúos y mayores a tres individuos; pero a diferencia de los grupos madre-cría (recurrentes principalmente entre las isobatas de los 20-50m), éstos presentaron una amplia distribución en el área comprendida entre los 20 y 100 m de profundidad.

Este hecho puede responder a la característica distribución de los grupos madre-cría (alejados en su mayoría de las zonas <20 m de profundidad) y a la subsecuente interacción con los grupos solitarios y dúos, principalmente en setiembre, cuando los grupos madre-cría empezaron a incrementarse y los dos últimos aun presentaban una relativa abundancia. Dicha interacción provocaría la adición de uno o más individuos a los grupos madre-cría.

El individuo acompañante, catalogado como escolta, es generalmente un macho (Medrano-González *et al.*, 1994). Éstos estarían presentando un comportamiento de protección hacia la pareja madre-cría esperando una oportunidad de apareamiento en la ovulación que ocurre poco después del parto y únicamente en algunas hembras (Chittleborough, 1958 citado por Clapham, 1996) y a su vez, la aceptación de una escolta por parte de la pareja madre-cría evitaría el acoso de un mayor número de machos (Cartwright y Sullivan, 2009).

Por otro lado, el número de madres con cría acompañadas por una o más escoltas es mucho menor que el número de madres con cría solas. Este hecho es similar con lo reportado para Salinas en Ecuador (Félix y Botero, 2011), el arrecife de Abrolhos en Brasil (Morete *et al.*, 2007) y las islas del Caribe (Clapham *et al.*, 1992). Sin embargo, difiere de la proporción encontrada en Hawái (Smultea, 1994) donde los grupos madre-cría acompañados por una o más escoltas fueron casi el doble de los grupos madre-cría. Félix y Botero-Acosta (2011) sugieren que la profundidad del hábitat explicarían estas diferencias, es decir, las madres con crías pueden desplazarse a lo largo de la plataforma continental o en zonas someras como arrecifes, a diferencia de Hawái donde los grupos madre-cría transitan en zonas profundas cuando se mueven entre islas generando una mayor interacción con los grupos sexualmente competitivos. En la zona norte del Perú, las madres con crías pueden movilizarse a lo largo de la franja costera de la estrecha plataforma costera buscando evitar parcialmente el acoso de los machos. Por otra parte, la disminución progresiva de los grupos dúos y solitarios (causada, probablemente, por la migración de las hembras recientemente preñadas), produciría el acoso de machos hacia la pareja madre-cría (Craig *et al.*, 2002).

6.3.3 Grupos conformados por tres a más individuos

Los grupos conformados por tres a más individuos estuvieron distribuidos preferentemente en la zona comprendida entre las isobatas de los 50-200 m mostrando segregación hacia los grupos madre-cría y éstos acompañados por una escolta. Esta segregación es característica en áreas reproductivas ya definidas. En Ecuador y Madagascar, estas profundidades medias fueron 36 m y 30 m respectivamente (Félix y Hasse, 2005; Erts y Rosenbaum, 2003) mientras que para el área de estudio esta profundidad promedio fue de 90 m. La estrecha plataforma continental (~5 mn de costa) y el progresivo incremento de los grupos madre-cría ocupando las zonas someras pueden explicar la ocupación de estos grupos a esa profundidad. Sin embargo, considerando que el norte del Perú es la zona de transición desde aguas oceánicas a costeras, el inicio de la reproducción puede llevarse a cabo durante dicha transición (Pacheco *et al.*, 2009) o incluso durante la migración (Craig y Herman, 1997; 2000), es decir, en zonas profundas. Observaciones recientes de jorobadas socializando a más de 100 mn (~4000 m de profundidad) frente a Paita (5° 5.1'S; 81° 5.9'O) y Talara (S4° 34.8'; 81° 16.3'O) podrían apoyar esta presunción (IMARPE 2013, datos no publicados).

La abundancia de estos grupos fue baja en comparación al resto de clases grupales. Pero considerando la notable abundancia de los grupos madre-cría en el área y conociendo la preferencia de los machos hacia hembras receptivas sin cría (Craig *et al.*, 2002) es de esperarse los pocos registros obtenidos. De todos modos, es posible mayor presencia de estos grupos en aguas oceánicas. Por otra parte, hay que considerar que estos grupos son inestables en el tiempo pudiendo durar su formación desde minutos a algunas horas (Tyack y Whitehead, 1983; Darling, 2001). Por lo tanto, la formación y disgregación puede ocurrir constantemente originando grupos dúos, solitarios, tríos o más de tres constantemente haciendo dificultoso el registro de estos últimos.

6.3.4 Dúos y solitarios

Los grupos dúos y solitarios estuvieron presentes en toda el área de estudio. Sin embargo, los primeros mostraron cierta segregación de los grupos madre-cría y madre-cría acompañados de una escolta; mientras que los segundos compartieron el mismo hábitat que los grupos con cría.

Dentro de los grupos dúos cabe la posibilidad de que esta asociación esté conformada por un macho y una hembra, donde el primero (conocido como escolta principal) aguardaría el inicio del celo de la segunda (Brown y Corkeron, 1995) o que esta asociación esté compuesta de dos machos (Clapham *et al.*, 1992; Erts y Rosenbaum, 2003) que se unen para desplazar a la escolta principal de una hembra (Clapham, 1996; Darling, 2001). La formación de parejas conformadas por hembras adultas ha sido poco documentada (Baker, 1985 citado por Smultea, 1991). Mattila (datos no publicados) citado por Clapham (1996) evaluando molecularmente el sexo de los grupos dúos en las islas del Caribe no encontró parejas de hembras. Sin embargo, recientemente Félix y Botero-Acosta (2012) mostraron que los grupos conformados por hembras realizaron gran actividad en superficie posiblemente para atraer machos, promover competencias y/o escoger una pareja. Para la zona norte del Perú, Pacheco *et al.* (2013) mostraron que los niveles más altos de actividad en superficie (*i.e.* saltos, coletazos, aletazos) ocurrieron en grupos conformados por pares, durante setiembre, sugiriendo que esta pareja podría estar compuesta por un macho y una hembra, donde el primero realizaría comportamientos de exhibición a la segunda o en su defecto, la hembra rechazaría con movimientos violentos el acoso del macho.

La disminución en la abundancia de los dúos hacia la segunda mitad de la temporada reproductiva, probablemente por el inicio de la migración de hembras recientemente preñadas con el subsecuente rechazo de éstas hacia los machos acosadores, provocaría el desplazamiento de estos últimos hacia las zonas someras en busca de hembras con cría receptivas. El ligero incremento de los grupos madre/cría y escolta hacia finales de la temporada reproductiva respaldan esta afirmación.

Los grupos solitarios por su parte, al igual que los grupos dúos decrecieron hacia finales de la temporada reproductiva y estuvieron presentes en toda el área de estudio. Sin embargo, fueron ligeramente más recurrentes en aguas someras compartiendo el mismo hábitat que las madres con crías y éstas acompañadas de una escolta. Estos individuos podrían ser adultos y/o juveniles sexualmente inmaduros. La primera posibilidad los ubicaría bajo las mismas condiciones que los grupos dúos, es decir, buscando formar grupos competitivos o buscando hembras receptivas. La segunda posibilidad supondría que los individuos sexualmente inmaduros (recientemente separados de sus madres) se desplacen por toda el área sin participar del proceso del apareamiento (Félix y Haase, 2005).

Si bien es cierto que los grupos conformados por tres a más individuos fueron bajos en número, es probable que con el continuo decrecimiento de hembras sin cría hacia la segunda mitad de la temporada reproductiva, éstos se desagreguen durante el cambio de estrategia reproductiva (*i.e.* acoso a las hembras con cría) originándose grupos dúos y solitarios.

Es posible que el tamaño grupal no evidencie una clara segregación mientras que la composición grupal por edad sí (*i.e.* adultos, subadultos y adultos/subadultos). Por ejemplo, en un área reproductiva de Ecuador se observó una segregación entre los grupos adultos y los subadultos (Félix y Haase, 2005) presentando estos últimos una distribución más costera.

Cabe añadir que los machos, tanto adultos como jóvenes, solitarios o agrupados, pueden realizar cantos con la finalidad de atraer a una hembra receptiva y/o adquirir habilidades acústicas y sociales (Darling, 2001; Herman *et al.*, 2013). La audición de cantos en el área ha sido registrada (datos sin publicar); sin embargo, no es posible demostrar si éstos fueron realizados por individuos solitarios o grupos de machos.

La distribución conspicua de la especie dentro de la zona nerítica y la ocupación en zonas muy someras de las madres con cría coincide también con lo reportado por Pacheco *et al.* (2009) para la misma zona de estudio. Sin embargo, en el presente documento se muestra que los grupos madre-cría ubicados en zonas someras mostraron una evidente segregación de los grupos numerosos (≥ 3 individuos sin cría) asentados en su mayoría en zonas profundas. Se observó también la existencia de una zona de traslape entre los 20-100 m de profundidad entre las diferentes clases grupales a causa, probablemente, de la estrecha plataforma continental y/o del comportamiento reproductivo. Además, se sugiere que la zona norte del Perú se podría estar comportando como zona de tránsito durante la migración en zonas oceánicas y zona de reproducción/crianza en zonas neríticas.

La logística necesaria para esta clase de estudio demanda elevados costos por lo que el aprovechamiento de la plataforma ecoturística en la colección de los datos es una buena oportunidad para estudiar los principios ecológicos de esta especie en zonas invernales/primaverales. Estudios anteriores fueron llevados a cabo durante la realización de cruceros científicos (Sánchez *et al.*, 1998; Sánchez & Arias-Schreiber, 1998; Bello *et al.*, 1998; Márquez y Arias-Schreiber, 2001) y avistamientos desde tierra (García-Godos *et al.*, 2008) ejecutados por el IMARPE. El presente estudio es el primero en analizar una considerable serie de datos diarios en el Perú aprovechando embarcaciones de ecoturismo.

VII. CONCLUSIONES

1. Se confirma la existencia de un patrón espacio-temporal durante las cuatro temporadas reproductivas que sugiere al área de estudio (zona nerítica) como zona de reproducción y crianza.
2. Los grupos sin la presencia de crías fueron abundantes durante la primera mitad de la temporada reproductiva mientras que los grupos con cría durante la segunda mitad, sugiriendo una distribución del hábitat influenciado por la segregación de clases grupales durante la migración.
3. La distribución espacial de las jorobadas siguió el patrón segregado característico de otras áreas invernales. Los grupos madres-cría y madre-cría/escolta ocuparon preferentemente las zonas someras, protegidas y cercanas a la costa mientras que los grupos numerosos las zonas profundas. Sin embargo, se encontró una zona de traslape donde los grupos solitarios y madre-cría/escoltas se distribuyeron preferentemente entre las isobatas de los 20 y 100 m.
4. Se sugiere al área de estudio como zona de reproducción y crianza, basado en el patrón encontrado, los altos niveles de abundancia relativa durante la temporada y la direccionalidad de los desplazamientos. Sin embargo, los registros existentes de grupos competitivos en profundidades mayores a la plataforma continental y la condición de ecotono de la zona norte del Perú, sugieren que dicha región puede comportarse también como área transicional en zonas oceánicas.

VIII. RECOMENDACIONES

- Estudiar la tasa sexual de esta especie presente en la zona de estudio ya que puede influir en la distribución espacio-temporal. Por ejemplo, la mayor abundancia de machos y por ende, la menor cantidad de hembras receptivas provocaría el acoso hacia las hembras con cría alterando también las estrategias reproductivas.
- Se recomienda el estudio del comportamiento acústico de esta especie. La identificación de cantores en el área mediante hidrófonos desplegados durante el muestreo de la última temporada (obs. pers.) es un fuerte indicativo de zona reproductiva. Los cantos son emitidos por los machos para atraer hembras, mantener distancia entre otros machos dentro de un espacio determinado en áreas reproductivas o adquirir habilidades sociales y acústicas (Clapham, 1996; Darling, 2001; Herman *et al.*, 2013), por lo que
- Muchas de la crías reportadas en el presente trabajo, tuvieron longitudes menores a cinco metros, respiraciones frecuentes, un ángulo de inclinación de la aleta dorsal menor a 90 grados y estuvieron sin desplazamiento prolongado en zonas menores a los 20 m de profundidad, lo cual es característico en crías recién nacidas (Cartwright y Sullivan, 2009). Estudios detallados sobre la edad de las crías son necesarios para determinar posibles zonas de alumbramiento.
- Son necesarios estudios moleculares para la determinación del sexo de los individuos y comprender de mejor manera la tasa de natalidad, tasa sexual y comportamiento reproductivo que pueden presentar disimilitudes con otras poblaciones o incluso con otras regiones de reproducción del *stock* G.

- Finalmente, se recomienda continuar con la colección de datos para robustecer el tamaño muestral y poder analizar a una escala temporal más fina (*e.g.* estudiando las variaciones de las abundancias de las diferentes categorías grupales entre quincenas) la distribución espacio-temporal de las jorobadas y poder estimar el tamaño de la población del Pacífico Sur.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J; Rasmussen, K; Félix, F; Castro, C; Llano, M; Secchi, E; Saborío, M.T; Aguayo-Lobo, A; Haase, B; Scheidat, M; Dalla-Rosa, L; Olavarría, C; Forestell, P; Acuña, P; Kaufman, G y Pastene, LA. 2007. Migratory destinations of humpback whales from the Magellan strait feeding ground, Southeast Pacific. *Marine Mammal Science* 23(2): 453-463.
- Acevedo, J; Plana, J; Aguayo-Lobo, A y Pastene LA. 2011. Surface feeding behavior of humpback whales in the Magellan. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46(3): 483-490
- Bello, R; Arias-Schreiber M y Sánchez R. 1998. Distribución y Abundancia Relativa de Cetáceos durante el Crucero de BIC Humboldt 9709-10, de Matarani a Paita. *Informe Instituto del Mar del Perú* 130:78-85.
- Brodie, PF. 1975. Cetacean energetics, an overview of intraspecific size variation. *Ecology* 56, 152–161.
- Brown, M. y Corkeron, P. 1995. Pod characteristics of migrating humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off the east Australian coast. *Behavior* 132:163-179.
- Capella, J; Gibbons, J; Flórez-González, L; Llano, M; Valladares, C; Sabaj, V. y Vilina, Y. 2008. Migratory roundtrip of individually identified humpback whales at the Strait of Magellan: clues on transit times and phylopatry to destinations. *Revista Chilena de Historia Natural* 81: 547-560.

- Cartwright, R y Sullivan, M. 2009. Behavioural ontogeny in humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) calves during their residence in Hawaiian waters. *Marine Mammal Science* 25(3): 659-680.
- Cartwright, R; Gillespie, B; LaBonte K; Venema, A; Mangold, T; Eden, K y Sullivan, M. 2012. Between a Rock and a Hard Place: Habitat Selection in Female-Calf Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Pairs on the Hawaiian Breeding Grounds. *PLoS ONE* 7: e38004.
- Cerchio, S; Gabriele, CM; Norris, TF y Herman, LM. 1998. Movements of humpback whales between Kauai and Hawaii: Implications on population structure and abundance estimation in the Hawaiian Islands. *Marine Ecology Progress Series* 175:13-22.
- Clapham, P; Palsbøll, PJ; Mattila, DK y Vasquez, O. 1992. Composition and dynamics of humpback whale competitive groups in the West-Indies. *Behaviour* 122(Part 3-4):182-94.
- Clapham, PJ. 1996. The social and reproductive biology of humpback whales: An ecological perspective. *Mammal Review* 26, 27.
- Clarke, R. 1962. Whale observation and whale marking off the coast of Chile in 1958, and from Ecuador towards and beyond the Galápagos Islands in 1959. *Norsk Hvalfangst Tidende* 51:265-287.
- Corkeron, PJ y Connor, RC. 1999. Why do baleen whales migrate? *Marine Mammal Science* 15: 1228-1245.
- Craig, AS y Herman, LM. 1997. Sex differences in site fidelity and migration of humpback whales (*Megaptera novaengliae*) to Hawaiian Islands. *Canadian Journal of Zoology* 75: 1923-1933.

- Craig, AS y Herman, LM. 2000 Habitat preferences of female humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Hawaiian Islands are associated with reproductive status. *Marine Ecology Progress Series* 193: 209-216.
- Craig, AS; Herman, LM y Pack, AA. 2002. Male mate choice and male-male competition coexist in the humpback whale (*Megaptera novaeangliae*). *Canadian Journal of Zoology* 80, p. 745-755.
- Craig, AS; Herman, LM; Gabriele, CM y Pack, AA. 2003. Migratory timing of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Central North Pacific varies with age, sex and reproductive status. *Behaviour*, 140, 981–1001.
- Darling, JD. 2001. Characterization of behavior of humpback whales in Hawaiian waters. Report to Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary, Honolulu, Hawaii. 61 pp.
- Dawbin, WH. 1997. Temporal segregation of humpback whales during migration in Southern Hemisphere waters. *Memoirs of the Queensland Museum*. 42, p. 105-138.
- Ersts, PJ y Rosenbaum, H.C. 2003. Habitat preference reflects social organization of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) on a wintering ground. *Journal of Zoology*, London. 260:337-45.
- Faria, MA; De Weerdt, J; Pace, F y Mayer, FX. En prensa. 2013. Observation of a Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Birth in the Coastal Waters of Sainte Marie Island, Madagascar. *Aquatic Mammals*, 39(3). <doi:10.1578/AM.39.3.2013.296>

- Félix, F y Haase, B. 1997. Spatial distribution of different age groups of humpback whales along the Ecuadorian coast. *Journal of Cetacean Research and Management*, 11:129-32.
- Félix, F. 2004. Assessment of the surface activity in humpback whales during the breeding season. *Latin American Journal of Aquatic Mammals*, 3(1):25-36.
- Félix, F y Haase, B. 2001a. Towards an estimate of the southeastern Pacific humpback whale stock. *Journal of Cetacean Research and Management* 3(1): 55-58.
- Félix, F y Haase, B. 2001b. The humpback whale off the coast of Ecuador, population parameters and behaviour. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 36: 61-74.
- Félix, F y Haase, B. 2005. Distribution of humpback whales along the coast of Ecuador with a review of recent sightings in the Southeast Pacific; management implications. *Journal Cetacean Research Management*. 7(1):21-31.
- Félix, F; Rasmussen, K; Garita, F; Haase, B y Simonis, A. 2009. Movements of humpbacks whales between Ecuador and Central America, wintering area of the breeding stock G. Paper SC/61/ SH18 presented to the 61st Scientific Committee of the International Whaling Commission. Madeira, Portugal, June 2009. [Available from the Office of the International Whaling Commission, The Red House, 135 Station Road, Impington, Cambridge, Cambridgeshire CB4 9NP, UK, <<http://iwcoffice.org/>>].
- Félix, F. y Botero-Acosta, N. 2011 Distribution and behavior of humpback whale mother-calf pairs during the breeding season off Ecuador. *Marine Ecology Progress Series*. 426:227-287.

- F. Félix y Botero-Acosta, N. 2012. Short Note: Evaluating Humpback Whale (*Megaptera novaeangliae*) Social behaviour through sexing active individuals. *Aquatic Mammals* 38 (3): 311-316.
- Flórez-González, L. 1991. Humpback whales *Megaptera novaeangliae* in the Gorgona Island, Colombian Pacific breeding waters: population and pod characteristics. *Memoirs of the Queensland Musseum*. 30(2):291-5.
- Flórez-González, L; Capella, J; Herrera, JC; Falk, P; Ávila, IC; Londoño, R; Tobón, A; Tobón, I y Peña, V. 2003. Distribución espacial de la ballena jorobada en la Bahía de Málaga y alrededores, Pacífico colombiano. Pag. 47 en Resúmenes XII Seminario Nacional del Mar. Santa Marta, Colombia. 163 p.
- Flórez-González, L; Ávila, I; Capella, J; Falk, P; Félix, F; Gibbons, J; Guzmán, HM; Haase, B; Herrera, JC; Peña, V; Santillán, L; Tobón IC y Van 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. 106 p.
- García-Godos, I. 2007b. Revisión de las interacciones entre cetáceos y la pesquería marina peruana; perspectivas para la conservación de los cetáceos en Perú. Pp: 77 - 82 en Félix, F. (Ed). *Memorias del Taller de Trabajo sobre el Impacto de las Actividades Antropogénicas en Mamíferos Marinos en el Pacífico Sudeste*. Bogotá, Colombia, 28 - 29 de noviembre de 2006. CPPS/PNUMA. Guayaquil, Ecuador. 98p.
- García-Godos, I y Van Oordt, F. 2007a. Los mamíferos marinos de la isla Lobos de Tierra, Perú. Primer Congreso de Ciencias del Mar del Perú (CONCIMAR, PERU). Lambayeque 27-30 Noviembre 2007. Libro de resúmenes ampliados. Pp: 152-153.

- García-Godos, I; Van Oordt, F; Cardich, C y León, S. 2008. La ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en isla Lobos de Tierra, un área potencial de reproducción al norte de Perú. XIII Reunión de Especialistas en Mamíferos Acuáticos de América del Sur y 7° Congreso SOLAMAC. Montevideo, Uruguay, 13-17. Octubre 2008. Abstract 282.
- García-Godos, I; van Waerebeek, K; alfaro-Shigueto; J y Mangel, JC. 2013. Entanglements of large cetaceans in Peru: Few records but high risk. *Pacific Science* 67(4): 523-532.
- Herman, LM; Pack, AA; Spitz, SS; Herman, EYK; Rose, K; Hakala, S y Deakos, M. 2013. Humpback whale song: who sing? *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 67 (10): 1653-1663.
- Hooker, SK; Whitehead, H y Gowans, S. 1999. Marine protected area design and the spatial and temporal distribution of cetaceans in a submarine canyon. *Conservation Biology*. 13(3): 592–602.
- Hucke-Gaete, R; Haro, D; Torres-Florez, JP; Montecinos, Y; Viddi, F; Bedriñana-Romano, L; Nery, MF y Ruiz, J. 2013. A historical feeding ground for humpback whales in the eastern South Pacific revisited: the case of northern Patagonia, Chile. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 23: 858–867. doi: 10.1002/aqc.2343
- Guidino, C. 2013. Influencia de la temperatura superficial del mar en la distribución espacio-temporal de las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) en la costa norte del Perú. Tesis de licenciatura. Universidad Científica del Sur, Facultad de Biología Marina y Ecnegocios (en preparación).
- IUCN (International Union for Conservation of Nature).2008. Humpback whale on road to recovery, reveals IUCN Red List (en línea). Consultado en 4 de Octubre

2011. Disponible en: http://www.iucn.org/knowledge/nes/?1413%2F3%2FLa-ballena-jorobada-en-camino-a-la-recuperacion-segun-la-Lista-Roja-de-la-UICN&fb_source=message

- Johnston, DW; Chapla, ME; Willians, LE y Mattila, DK.2007. Identification of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) wintering habitat in the Northwestern Hawaiian Islands using spatial habitat modeling. *Endangered Species Research* 3: 249-257.
- Majluf, P y Reyes, JC. 1989. The marine mammals of Peru: a review. pp. 344-363. In: D. Pauly, P.Muck, J.Mendo and I. Tsukayama (eds.). *The Peruvian Upwelling ecosystem: dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings, Instituto del Mar del Peru (IMARPE), Callao, Perú.
- Márquez, JC y Arias-Schreiber, M. 2001. Avistamiento de cetáceos en el mar peruano y su relación con algunos parámetros oceanográficos en mayo 2000. *Informe Instituto del Mar del Perú* 163:19-24
- Mate, B; Gisiner, R y Mobley, J. 1998. Local and migratory movements of Hawaiian humpback whales tracked by satellite telemetry. *Canadian Journal of Zoology* 76:863-868.
- Medrano, L; Salinas, I; Salas, P; Ladrón de Guevara, P; Aguayo, A; Jacobsen, J y Baker, CS. 1994. Sex identification of humpback whales, *Megaptera novaeangliae*, on the wintering grounds of the Mexican Pacific Ocean. *Canadian Journal of Zoology* 72: 1771-1774.
- Morete, ME; Bisi, TL y Rosso, S. 2007. Temporal pattern of humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) group structure around Abrolhos Arquipelago breeding region, Bahia, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of United Kingdom* 87: 87-92.

- Moron, O. 2000. Características del ambiente marino frente a la costa peruana. Boletín Instituto del Mar del Perú 19(1-2): 179-202.
- Oviedo, L y Solis, M. 2008. Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. Revista de Biología Tropical. 56(2): 591-602
- Pacheco, AS; Silva S y Alcorta B. 2009. Winter distribution and group composition of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off northern Peru. The Latin American Journal of Aquatic Mammals. 7(1-2): 33-38.
- Pacheco, AS; Silva S y Alcorta B. 2011. Is it possible to go whale watching off the coast of Peru? A case study of humpback whales. Latin American Journal of Aquatic Research. 39:189-196.
- Pacheco, AS; Silva, S; Alcorta, B; Balducci, N; Guidino, C; Llapapasca, MA y Sanchez-Salazar, F. 2013. Aerial behavior of humpback whales *Megaptera novaeangliae* at the southern limit of the southeast pacific breeding area. Revista de Biología Marina y Oceanografía 48(1):185-191.
- Ramírez, P y Franco, F. 1982. Humpback whale *Megaptera novaeangliae* on the north Peruvian coast 1961-1967 and 1975-1981. IWC document presented to the IWC in 1982, London.
- Ramírez, P y Urquiza W. 1985. Los cetáceos mayores y el fenómeno El Niño 1982-1983. Pag. 201-206 en Arntz, W. A. Landa & J. Tarazona (eds.), Vol. Extraordinario. El Niño, su impacto en la fauna marina. Boletín IMARPE, Callao, Perú. 224 p.

- Ramírez, P. 1988. La ballena jorobada *Megaptera novaeangliae* en la costa norte de Perú: periodos 1961-1966 y 1975-1985. Boletín de Lima 56: 91-96.
- Rasmussen, K; Palacios, DM; Calambokidis, J; Saborío, MT; Dalla Rosa, L; Secchi, ER; Steiger, GH; Allen, JM y Stone, GS. 2007. Southern Hemisphere humpback whales wintering off Central America: insights from water temperature into the longest mammalian migration. Biology Letters 3: 302-305.
- Reyes, JC. 2009. Ballenas, delfines y otros cetáceos del Perú. Una fuente de Información. Squema ediciones, Lima. 159 pp.
- Sánchez, R y Arias-Schreiber, M. 1998. Cetáceos observados frente a la costa peruana y su relación con la distribución y abundancia de los recursos pelágicos. Crucero BIC Humboldt 9808-09, de Paita a Callao. Informe Instituto del Mar del Perú. 141:55-66
- Sánchez, R; Arias-Schreiber, M y Ontón, K. 1998. Avistamientos de cetáceos en el mar peruano y su relación con los principales recursos pelágicos. Crucero BIC Humboldt 9803-05 de Tumbes a Tacna. Informe Instituto del Mar del Perú. 135:163-179.
- Santillán, L. 2011. Record of humpbacks whales (*Megaptera novaeangliae*) in Sechura Bay, Peru, in spring 2009-2010. Journal of Marine Animals and Their Ecology. 1: 29-35.
- Scheidat, M; Denkinger, J y Pairoa-Riofrio, C. 1997. Preliminary results of a study on the habitat use of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) in the Machalilla National Park, Ecuador. Paper presented at the Eleventh Annual Conference of the European Cetacean Society, Stralsund, 10-12 March 1997 (no publicado). 3pp. [Disponible en mscheidat@aol.com].

- Scheidat, M; Castro, C; Denkinger, J; González, J y Adelung, D. 2000. A breeding area for humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) of Ecuador. *Journal of Cetacean Research and Management* 2(3):165-171.
- Smith, JN; Grantham, HS; Gales, N; Double, MC; Noad, MJ y Paton, D. 2012. Identification of humpback whale breeding and calving habitat in the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series*. 447:259-272.
- Smultea, MA. 1991. Temporal and spatial segregation of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off the Big Island of Hawaii: The influence of behavioral and ecological constraints. Master's thesis, Texas A&M University.
- Smultea, MA. 1994. Segregation by humpback whale (*Megaptera novaeangliae*) cows with a calf in coastal habitat near the island of Hawaii. *Canadian Journal of Zoology*. 72(5):805-11.
- Stevick, PT; Allen, J; Berube, M; Clapham, PJ; Katona, SK.; Larsen, F; Lien, J; Mattila, DK; Palsboll, PJ; Robbins, J; Sigurjonsson, J; Smith, TD; Oien, N y Hammond, PS. 2003. Segregation of migration by feeding ground origin in North Atlantic humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Journal of Zoology, London*. 259, p. 231-237.
- Stone, GS; Flórez, L y Katona, S. 1990. Whale migration record. 361 *Nature* 346: 705.
- Tyack, P y Whitehead, H. 1983. Males competition in large groups of wintering humpback whales. *Behaviour* 83: 132-154.
- Urbán, J y Aguayo, A. 1987. Spatial and seasonal distribution of the humpback whale, *Megaptera novaeangliae*, in the Mexican Pacific. *Marine Mammal Science*. 3(4):333-44.

- Urbán J. 1999. La ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae*, en la Península de Baja California, México. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Área Interdisciplinaria de Ciencias del Mar. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. H035. México D. F.
- Vang, L. 2002. Distribution, abundance and biology of group V humpback whales *Megaptera novaeangliae*: a review. Environmental Protection Agency, Queensland Parks and Wildlife Service, Australia. 19pp.
- Van Waerebeek, K; Alfaro-Shigueto, J; Arias-Schreiber, M. 1996. Humpback whales off Peru: new records and a rationale for renewed research. International Whaling Commission Scientific Committee document SC/48/SH1, Aberdeen, UK, June 1996. [Available from the Office of the International Whaling Commission, The Red House, 135 Station Road, Impington, Cambridge, Cambridgeshire CB4 9NP, UK, <<http://iwcoffice.org/>>].
- Zerbini, AN; Andriolo, A; Da Rocha, JM; Simoes-Lopes, PC; Siciliano, S; Pizzorno, JL; Waite, JM; Demaster, DP y Vanblaricom, G. 2004. Winter distribution and abundance of humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) off Northeastern Brazil. *Journal of Cetacean Research and Management* 6(1): 101-107.

*“Gaviota de la isla,
sólo tú sabes mi destino.
Y en mi eterna soledad,
siempre escucho tus silbidos.”*

Mauro Tomairo Cruzatt
(Guardaisla)

Diciembre, 2013.
Isla Chincha Sur.