

# UNIVERSIDAD DEL MAR

Campus Puerto Ángel



**Caracterización de la migración e identificación de individuos de *Megaptera novaeangliae*, Borowski 1781 (Cetartiodactyla: Balaenopteridae) en la Costa Central de Oaxaca, durante la temporada invernal 2011-2012**

**TESIS**

**Que para obtener el título de Licenciada en Biología Marina**

**PRESENTA**

**Fátima Castillejos Moguel**

**Director de tesis**

**M. en C. Francisco Villegas Zurita**

**Puerto Ángel, Oaxaca, México, 2013**



## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

Después de haber analizado y evaluado la tesis "Caracterización de la migración e identificación de individuos de *Megaptera novaeangliae*, Borowski 1781 (Cetartiodactyla: Balaenopteridae) en la Costa Central de Oaxaca, durante la temporada invernal 2011-2012", presentada por la Pasante de Biología Marina **Fátima Castillejos Moguel**, se considera que cumple con los requisitos académicos y la calidad necesaria para ser defendida en el examen profesional.

Comisión Revisora

**M. en C. Francisco Villegas Zurita**

Profesor-Investigador  
Instituto de Ecología  
Universidad Del Mar  
Campus Puerto Ángel  
Director

**Dr. Edgar Francisco Rosas Alquicira**

Profesor-Investigador  
Instituto de Recursos  
Universidad del Mar  
Campus Puerto Ángel  
Revisor

**Dr. Juan Francisco Meraz Hernando**

Profesor-Investigador  
Instituto de Recursos  
Universidad del Mar  
Campus Puerto Ángel  
Revisor

**M.A.I.A. Eduardo Juventino Ramírez Chávez**

Profesor Investigador  
Instituto de Ecología  
Universidad del Mar  
Campus Puerto Ángel  
Revisor

**Biól. Andrea Alejandra Cabrera Arreola**

Marine Evolution and Conservation Group  
Center for Ecological and Evolutionary Studies  
Universidad de Groningen, Países Bajos  
Revisora

Puerto Ángel, Oaxaca, marzo 2013

## DEDICATORIA

Con todo mi amor para Paquita Moguel y Uriel Castillejos, por todas esas palabras de aliento que me regalaron y por el apoyo incondicional para poder realizar este logro, porque mis logros siempre serán suyos.

A Margarita, Karina, Sthepania y Renato, por todo el amor y los momentos que hemos compartido.

A mis abuelitos y tíos, por su preocupación y sus invaluable consejos.

A mi abuelo Rubén, gracias por todo tu cariño y por ser un ejemplo de fortaleza. Porque siempre estás en mi corazón.

A Francisco, por todo el esfuerzo y todo lo que nos ha costado llegar hasta aquí.

## **AGRADECIMIENTOS**

La realización del presente trabajo hubiera sido muy difícil de realizar de no haber sido por el apoyo de mis padres Paquita Moguel y Uriel Castillejos, de mi director de tesis el M. en C. Francisco Villegas y de todas las personas que contribuyeron de alguna u otra forma para llevar a cabo cada uno de los muestreos y la culminación de esta investigación.

El presente trabajo se realizó utilizando como plataforma de observación embarcaciones de servicio turístico de Puerto Ángel, San Agustínillo y Mazunte. Agradezco a Mario Cruz (Mayuco) e Isaías (Waka-Waka) en la embarcación "Mara", a Luis García y Etelberto Fajardo en la "Influenza", a Elieser en la "Sol y luna", a Bertín en la "Yaribet" y a Bayo en "El 5to Elemento". Gracias por su gran apoyo durante el monitoreo.

Agradezco a Luis García y Margarita Lozano por el aporte de datos y sus fotografías para conformar el Catálogo FIBCCO.

Al Dr. John Ford (*Fisheries&OceansCanada, TheUniversity of British Columbia, Canadá*) por el aporte de información del individuo de ballena jorobada con clave de identificación 2OAX003.12LG1.

A Astrid Frish Jordán (*Ecología y Conservación de Ballenas A.C., Puerto Vallarta, Jalisco, México*) por la instrucción para el monitoreo de Ballena Jorobada

A la organización que nos aglomeró en esta investigación *Mamíferos Marinos de Oaxaca*

Mi agradecimiento también al M. en C. Francisco Villegas, Dr. Edgar Rosas, Dr. Juan Meraz, M.A.I.A Eduardo Ramírez, Biól. Andrea Cabrera y M. en C. Samantha Karam, por el valioso tiempo que dedicaron en cada una de las revisiones, por sus observaciones, correcciones y sugerencias que enriquecieron y mejoraron mi trabajo.

Agradezco sinceramente a todas estas personas por el apoyo otorgado.

## ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras.....	vii
Índice de tablas.....	viii
Índice de anexos.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANTECEDENTES.....	6
2.1. Densidad de jorobadas en áreas de reproducción del Pacífico Norte.....	6
2.2. Estructura social.....	7
2.3. Ocurrencia espacial.....	7
2.4. Arribo y retorno a las áreas de reproducción.....	8
2.5. Temperatura superficial del mar, comportamientos y especies asociadas.....	8
2.6. Identificación de individuos.....	9
2.7. Estudios de ballena jorobada en la costa de Oaxaca.....	11
3. JUSTIFICACIÓN.....	13
4. HIPÓTESIS.....	14
5. OBJETIVOS.....	16
5.1. Objetivo general.....	16
5.2. Objetivos específicos.....	16
6. MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
6.1. Zona de estudio.....	17
6.2. Trabajo de campo.....	19
6.2.1. Toma de datos y registro fotográfico.....	20
6.3. Trabajo de gabinete.....	22
6.3.1. Abundancia por unidad de esfuerzo (APUE).....	22
6.3.2. Estructura social (tipos y tamaños de grupo).....	23
6.3.3. Ocurrencia espacial.....	23
6.3.4. Estructura de arribo y de retorno.....	24
6.3.5. Temperatura superficial del mar, comportamientos y especies asociadas.....	24
6.3.6. Identificación de individuos.....	24
6.3.7. Patrones de coloración.....	26
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
7.1. Abundancia por unidad de esfuerzo (APUE).....	27
7.2. Estructura social (tipos y tamaños de grupo).....	32
7.3. Ocurrencia espacial.....	34
7.3.1. Organismos solitarios (G1).....	35
7.3.2. Parejas (G2).....	36
7.3.3. Grupos con crías (MC, MCE y MCE+).....	36

7.4. Estructura de arribo y de retorno.....	39
7.5. Temperatura superficial del mar, comportamientos y especies asociadas .....	41
7.5.1. Temperatura superficial del mar.....	42
7.5.2. Comportamiento.....	42
7.5.2.1. Desplazamiento.....	44
7.5.2.2. Socialización.....	44
7.5.2.3. No definido.....	45
7.5.2.4. Erráticas.....	45
7.5.2.5. Evasivo.....	45
7.5.2.6. Agresividad.....	46
7.5.2.7. Sonidos.....	46
7.5.2.8. Permanencia.....	47
7.5.2.9. Alimentación.....	48
7.5.2.10. Otro.....	52
7.5.2.11. Relación entre comportamientos y tipos de grupo.....	53
7.5.3. Especies asociadas .....	54
7.6. Identificación de individuos.....	55
7.7. Patrones de coloración.....	57
8. CONCLUSIONES.....	59
9. PERSPECTIVAS.....	61
10. LITERATURA CITADA.....	62

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Áreas de distribución de la ballena jorobada en zonas de alimentación del Pacífico Norte y zonas de reproducción del Pacífico Noroeste.....	2
<b>Figura 2</b>	Área de estudio en la Costa Central de Oaxaca (CCO).....	18
<b>Figura 3</b>	Las embarcaciones utilizadas como plataformas de observación durante los recorridos.....	19
<b>Figura 4</b>	Localización de jorobadas por medio de A) soplo B) dorso C) caudal D) saltos E) splash F) agregación de embarcaciones turísticas.....	20
<b>Figura 5</b>	Ejemplos de clave ID para dos individuos identificados.....	25
<b>Figura 6</b>	Frecuencia de los tipos y tamaños de grupo (t) observados en la CCO durante la temporada invernal 2011-2012.....	32
<b>Figura 7</b>	Frecuencia de los tipos de grupo con respecto a la distancia a la costa más cercana de la CCO.....	37
<b>Figura 8</b>	Frecuencia de los tipos de grupo avistados en la temporada invernal en relación con la profundidad.....	37
<b>Figura 9</b>	Distribución espacial de jorobadas en la Costa Central de Oaxaca por tipo de grupo.....	38
<b>Figura 10</b>	Registro mensual del desplazamiento observado en los avistamientos.....	40
<b>Figura 11</b>	Estructura de arribo-retorno considerando la dirección de desplazamiento, sureste y noroeste.....	40
<b>Figura 12</b>	Proporción de comportamientos de jorobadas registrados durante el avistamiento.....	44
<b>Figura 13</b>	Secuencia de alimentación oportunista y tiempo transcurrido en segundos (s), del método de embestida sub-superficial con zumbido terminal.....	49
<b>Figura 14</b>	Asociación de <i>Megaptera novaeangliae</i> con <i>Steno bredanensis</i> .....	55
<b>Figura 15</b>	Patrones de cloración de la superficie ventral de la aleta caudal de jorobadas.....	58

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	Clasificación de los tipos de grupo y comportamiento de jorobadas.	21
<b>Tabla 2</b>	Clasificación de aletas caudales propuesto por Glockner& Venus (1983).....	26
<b>Tabla 3</b>	Muestreos y avistamientos registrados durante la temporada invernal 2011-2012 en la Costa Central de Oaxaca.....	27
<b>Tabla 4</b>	Abundancia relativa durante la temporada invernal 2011-2012 en términos de avistamientos o ballenas por unidad de esfuerzo.....	28
<b>Tabla 5</b>	APUE de jorobadas reportada para otros sitios de reproducción en el Pacífico Norte.....	29
<b>Tabla 6</b>	Tasa de encuentro mensual de jorobadas durante la temporada invernal.....	31
<b>Tabla 7</b>	Comportamientos observados en ballenas jorobadas durante la temporada invernal en la CCO.....	43

## ÍNDICE DE ANEXO

<b>Anexo I</b>	Formato de registro y foto-identificación de <i>Megaptera novaeangliae</i> en la Costa Central de Oaxaca. ....	72
<b>Anexo II</b>	Transectos realizados a lo largo de la temporada invernal 2011-2012 en la Costa Central de Oaxaca.....	73
<b>Anexo III</b>	Muestreos, unidad de esfuerzo y tasa de encuentro mensual durante la temporada invernal 2011-2012 en la Costa Central de Oaxaca .....	74
<b>Anexo IV</b>	Frecuencia y porcentaje del número total de avistamientos de las diferentes agrupaciones sociales de ballena jorobada con respecto a la distancia a la costa más cercana, en la Costa Central de Oaxaca (2011-2012).....	75
<b>Anexo V</b>	Frecuencia y porcentaje del número total de avistamientos de las diferentes agrupaciones sociales de ballena jorobada con respecto a la profundidad (m), en la Costa Central de Oaxaca (2011-2012).....	76
<b>Anexo VI</b>	Catálogo de Foto-identificación de Ballena Jorobada en la Costa Central de Oaxaca, México (FIBCCO).....	77

## RESUMEN

La ballena jorobada es una especie migratoria, que se desplaza entre sus áreas de alimentación en altas latitudes y aéreas de reproducción en bajas latitudes. Durante el invierno, el Pacífico mexicano representa una de sus principales zonas de reproducción, congregándose en la porción sur de la Península de Baja California, el Archipiélago de Revillagigedo y el Margen Continental, que comprende desde Sinaloa hasta Chiapas. La mayoría de los trabajos realizados en el Margen Continental, se han focalizado en Nayarit y Jalisco. El presente estudio caracterizó la migración de la ballena jorobada e identificó individuos durante la temporada invernal 2011-2012, en la Costa Central de Oaxaca (CCO). Se realizaron 46 muestreos, comprendidos del 5 de diciembre de 2011 al 28 de abril de 2012, en transectos a 1.5 y 4 mn de la línea de costa, con un esfuerzo de búsqueda de 1403.87 km durante 147.44 horas de navegación en embarcaciones menores. La abundancia relativa estimada (APUE) para la temporada invernal fue de 0.07 ballenas/mn y 0.24 avistamientos/h. Los meses con mayor tasa de encuentro fueron en febrero y marzo ( $APUE_h=0.32$ ). Se registraron un total de 45 avistamientos, donde el 57.78% correspondió a organismos solitarios (G1), 20% a parejas (G2), 13.33% a madre con cría (MC), 4.44% a madre con cría y escolta (MCE), 2.22% a madre con cría y más de una escolta (MCE+) y 2.22% a grupos de competencia (GC). El 80% de G1 se localizaron entre 0 y 3 Km de la línea de costa y el 75 % a profundidades menores de 80 m. El 70% de G2 se observaron entre 0 y 2 km y 62.5% a profundidades menores de 60 m. El 62% de los grupos con crías se registraron entre 0 y 1km y en zonas menores a 60 m de profundidad. El intervalo de temperatura estuvo dado en un mínimo de 23°C y un máximo de 29°C, con una media de 26.05 °C ( $\pm 1.23$ ). El comportamiento más frecuente fue el desplazamiento (40.26%) seguido de socialización (18.18%), no definido (15.58%) y el resto (25.98%) con siete comportamientos. Se registró el primer evento de alimentación oportunista de ballena jorobada en el Pacífico Sur mexicano y el más sureño para la población del Pacífico Norte. Las especies asociadas a jorobadas fueron el delfín de dientes rugosos *Steno bredanensis* (n=1), el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (n=1) y peces del orden Cupleiformes. El pico más alto de ballenas migrando hacia el sureste se registró en el mes de enero y hacia el noroeste en el mes de marzo. Se conformó el primer catálogo de foto-identificación de ballena jorobada en la CCO con 53 ballenas, 24 mediante caudal y dorsal, cuatro mediante aleta caudal, 18 por aleta dorsal y seis crías por aleta dorsal y una por dorsal y caudal. El patrón de pigmentación predominante fue la categoría 5. Este estudio aporta evidencias que permiten concluir que la Costa Central de Oaxaca es utilizada por la ballena jorobada como un corredor migratorio o zona de tránsito durante su migración invernal, con una mayor preferencia por zonas entre 0 y 4 km a partir de la línea de costa y con profundidades menores a 80 m. La información generada servirá de base para la toma de decisiones al plantear estrategias de uso y conservación de esta especie a nivel local y regional.

**Palabras claves:** Alimentación oportunista, estructura social, foto-identificación, patrones de coloración, zonas de reproducción, Pacífico Norte, Pacífico mexicano.