

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Distribución espacio - temporal y
abundancia de misticetos durante
cuatro temporadas, 2012-2016 en la
costa central de Oaxaca.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

CÉSAR MAURICIO PALACIOS TORRES

Director

M. en C. Francisco Villegas Zurita

Universidad del Mar, campus Puerto Ángel

Asesor

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA UNICACH





Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
Dirección de Servicios Escolares
Departamento de Certificación Escolar
Autorización de impresión



Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 27 de Mayo de 2021

C. César Mauricio Palacios Torres

Pasante del Programa Educativo de: Licenciado en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Distribución espacio-temporal y abundancias de misticetos durante

cuatro temporadas, 2012-2016 en la Costa Central de Oaxaca

En la modalidad de Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Dra. María Silvia Sánchez Cortés

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro

Firmas:





Ccp. Expediente.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo hubiera sido muy difícil de realizar de no haber sido por el apoyo de mis padres Blanca Violeta Torres Pérez y César Augusto Palacios Ramos, a mi director de tesis el M. en C. Francisco Villegas Zurita y a todas las personas que contribuyeron de diferentes formas para llevar a cabo los muestreos y culminación de esta investigación.

Agradezco a Mamíferos Marinos de Oaxaca Biodiversidad y Conservación A.C., por la oportunidad de realizar mi trabajo de investigación con ellos, a su presidenta, M. en C. Fátima Castillejos Moguel, por el apoyo y la oportunidad que me brindó para poder trabajar con ellos.

Mi agradecimiento al M. en C. Francisco Villegas Zurita y al Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro, por todo el valioso tiempo que dedicaron a cada una de las revisiones, observaciones, correcciones y sugerencias que hicieron posible el enriquecimiento y realización de este trabajo de investigación.

A mi compañera y amiga de toda la vida Nancy Nallely Moctezuma Hernández que siempre estuvo apoyándome en todo este recorrido, por todo el apoyo que me brindó y porque nunca me dejó solo.

DEDICATORIA

Con todo mi amor para mis padres Blanca Torres y César Palacios, por todo el apoyo que me brindaron para poder realizar este logro, porque siempre me apoyaron y me alentaron a seguir con este sueño.

A mis hermanas Bealeth e Itzel porque siempre me apoyaron y alentaron a concluir este sueño.

A mi cuñado Pavel Martínez por su preocupación y sus consejos.

A mis tíos, Luz Mirella Corzo y Manuel Castellanos que siempre me impulsaron a no dejar esto y concluirlo.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Orden Cetartiodactyla	8
2.2. Suborden Mysticeti.....	8
2.3. Conceptos ecológicos	10
III. ANTECEDENTES	11
3.1. Pacífico mexicano	12
3.2. Estudios de mysticetos en la costa central de Oaxaca	13
IV. OBJETIVOS.....	16
4.1. Objetivo General	16
4.2. Objetivos específicos	16
V. ZONA DE ESTUDIO	17
VI. MATERIAL Y MÉTODO	19
6.1. Trabajo de campo	19
6.1.1. Registro de datos.....	20
6.2. Trabajo de gabinete.....	21
6.2.1. Análisis de abundancia	21
6.2.2. Análisis de la distribución espacio-temporal.....	22
VII. RESULTADOS.....	23
7.1. Abundancia por unidad de esfuerzo (APUE)	23
7.2. Distribución temporal.....	28
7.3. Distribución espacial en relación con la distancia de la costa y profundidad.	31
VIII. DISCUSIÓN.....	35
IX. CONCLUSIONES	40
X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES.....	41
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES	42
XI. ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Listado taxonómico de mamíferos marinos de Oaxaca, México. Tomado y modificado del artículo diversidad alfa de mamíferos marinos del Pacífico sur mexicano por Villegas-Zurita et. al 2018.	4
Cuadro 2. Especies del suborden Mysticeti (Cetáceos con barbas). * Especies consideradas en este trabajo.	9
Cuadro 3. Número de especies e individuos registrados por temporada (T), durante las cuatro temporadas entre 2012 y 2016 en la Costa Central de Oaxaca.	24
Cuadro 4. Abundancia relativa por temporada 2012-2013, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.	25
Cuadro 5. Abundancia relativa por temporada 2013-2014, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.	25
Cuadro 6. Abundancia relativa por temporada 2014-2015, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.	25
Cuadro 7. Abundancia relativa por temporada 2015-2016, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.	26
Cuadro 8. Temporalidad, siendo la ●= <i>B. edeni</i> , ○= <i>M. novaeangliae</i> y □= <i>B. musculus</i>	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.	17
Figura 2. Área de estudio en la Costa Central de Oaxaca (CCO). A) Las líneas negras representan el transecto recorrido a 1.5 y 4 mn de la línea de costa, entre los límites de Barra de Tonameca y Playa Tijera (Castillejos-Moguel, 2013).....	19
Figura. 3. Equipo de trabajo y observadores al abordar una de las embarcaciones utilizadas en las navegaciones.....	20
Figura 4. Observadores con cámaras fotográficas para el registro y documentación de las especies observadas durante los recorridos.	20
Figura 5: Cría de ballena jorobada (<i>Megaptera novaeangliae</i>) registrada frente a la costa de Mazunte, Oaxaca (Foto: cortesía de MMOBiDiC AC)	26
Figura 6: Rorcual tropical (<i>Balaenoptera edeni</i>) registrado frente a la costa de San Agustínillo, Oaxaca (Foto: cortesía Francisco Villegas)	27
Figura 7.- Ballena azul (<i>Balaenoptera musculus</i>) registrada frente a la costa e Puerto Ángel (Foto: cortesía de MMOBiDiC AC)	27
Figura 8. APUE estimada durante las cuatro temporadas 2012-2016 en kilómetros recorridos.....	30

Figura 9. Distribución de <i>M. novaeangliae</i> en la CCO durante cuatro temporadas 2012-2016.....	32
Figura 10. Distribución de <i>Balaenoptera edeni</i> en la CCO durante cuatro temporadas 2012-2016.	32
Figura 11. Distribución de <i>Balaenoptera musculus</i> en la CCO durante cuatro temporadas 2012-2016.	33
Figura 12. Frecuencia de misticetos, <i>Balaenoptera musculus</i> (Bm), <i>Balaenoptera edeni</i> (Bm) y <i>Megaptera novaeangliae</i> (Mn) respecto a la distancia a la costa. ...	33
Figura 13. Batimetría de misticetos durante cuatro temporadas 2012-2016 en la CCO.....	34

Resumen

Los misticetos son mamíferos marinos que pertenecen al orden Cetartiodactyla, siendo México uno de los países con mayor riqueza de misticetos en el mundo, ya que en sus aguas se han registrado a ocho de las trece familias existente. Para las costas de Oaxaca se tiene registro de tres especies de misticetos, ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) que es la especie mejor estudiada para la Costa Central de Oaxaca (CCO), el rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*), y la ballena azul (*Balaenoptera musculus*). En el presente estudio se analizó la abundancia y distribución espacio temporal de misticetos durante cuatro temporadas (2012 a 2016) en la CCO. Se realizaron un total de 236 recorridos desde octubre de 2012 hasta abril de 2016 a lo largo de un transecto paralelo a la costa, con un esfuerzo de muestreo de 10,865.1 km recorridos durante 1067.67 horas de navegación en embarcaciones menores. La abundancia relativa estimada (APUE) para las cuatro temporadas fue de 0.0259 avistamientos/km y 0.0451 individuos/km. Los meses con mayor tasa de encuentro fueron diciembre y enero. Se registraron un total de 491 individuos de las tres especies (437 de **ballena jorobada**, 53 de **rorcual tropical** y uno de **ballena azul**). Se registró una mayor frecuencia de avistamientos a distancias menores a los 4 km y a profundidades menores a 500 m. La especie con mayor tasa de encuentro fue la ballena jorobada (APUE=0.0226 avistamientos/km) con presencia entre los meses de octubre a abril a una distancia de 18.86 km la distancia máxima registrada, mientras que 0.1232 km fue la distancia mínima registrada, seguida del rorcual tropical (APUE=0.0032 avistamientos/km) con presencia entre enero a abril a una distancia de 9.24 km la distancia máxima registrada, mientras que la distancia mínima registrada fue de 1.08 km, finalmente la ballena azul (APUE=0.00009 avistamientos/km) con un solo registro en el mes de enero a una distancia de 0.5982 km. Este estudio aportó evidencia que permite confirmar que en la CCO. *M. novaeangliae* es la más abundante, con distribución temporal en época de seca, *B. edeni* como especie costera y migratoria en temporada de seca y para *B. musculus*, no es posible concluir sobre su distribución espacio-temporal o abundancia, debido a que solo se obtuvo un registro y se asume, por sus hábitos oceánicos, que puede acercarse a la costa ocasionalmente.

Cabe destacar que se genera por primera vez, registros de abundancia y distribución espacio-temporal de *B. edeni* en la zona de estudio, por lo que esta información servirá de base para la toma de decisiones al plantear estrategias de uso y conservación de estas especies a nivel local y regional.

Palabras clave: Mysticetos, México, Oaxaca, Pacífico sur mexicano, abundancia, distribución.

I. INTRODUCCIÓN

Los misticetos son mamíferos marinos que representan un conjunto de cerca de 138 especies en el mundo (Capella y Gibbons, 2008). Dentro del grupo de los mamíferos marinos, generalmente se incluyen organismos pertenecientes a tres órdenes: el primero es el orden Cetartiodactyla (antes Cetácea) en donde se encuentran los misticetos (ballena jorobada y ballena azul) y los odontocetos (cachalotes, delfines y marsopas), el segundo orden es el Carnívora que incluye a otáridos (lobos marinos), fócidos (focas), odobénidos (morsas) que en conjunto se reconocen como pinnípedos y el tercer orden es el Sirenia, en donde se incluyen a los manatíes y dugongos (Guerrero *et al.*, 2006). La mayoría de los mamíferos marinos del mundo pertenecen al orden Cetartiodactyla (unas 86 especies documentadas en todo el mundo (Reeves *et al.*, 2002).

El presente trabajo se enfoca en el orden Cetartiodactyla, exclusivamente en el suborden Mysticeti. Dentro de este contexto cabe mencionar que México es uno de los países con mayor riqueza de misticetos y odontocetos del mundo, ya que en sus aguas se han registrado ocho de las trece familias existentes que contienen a 39 de las 86 especies conocidas a nivel mundial, según la clasificación utilizada en el Plan de Acción para la Conservación de los Cetáceos de la IUCN 2002-2010 (Reeves *et al.*, 2003).

Los misticetos son animales que respiran aire, los orificios respiratorios se han desplazado a la parte superior de la cabeza para facilitar la respiración; presentan pelo por lo menos en alguna etapa de su desarrollo, el cuerpo mantiene una temperatura constante, sus crías nacen vivas y son amamantadas, su anatomía y funciones han sido modificadas drásticamente para ajustarse a una vida completamente acuática (Leatherwood *et al.*, 1988). Las extremidades anteriores se han convertido en aletas pectorales; las extremidades posteriores prácticamente han desaparecido, quedando sólo como unos pequeños huesos profundamente incrustados en los músculos (Padilla y Cuesta-López, 2003). En lugar de dientes estas ballenas poseen hasta 800 o más placas corneas o "barbas", que están implantadas en las encías de la mandíbula

superior (Scammon, 1874). Usan estas barbas para filtrar su alimento, que consiste en zooplancton y cardúmenes de peces pequeños. El agua es tomada por la boca y es forzada a salir a través de los flecos superpuestos de las barbas. Algunas especies se alimentan cerca de la superficie, pasando lentamente a través de concentraciones de presas relativamente pasivas, absorbiéndolas de una manera continua y pausada. Otras se alimentan engullendo, dilatando la garganta para tomar grandes cantidades de agua y los organismos alimenticios que esta contiene (Mora-Benavides, 2000). Las ballenas barbadas se distinguen externamente de los odontocetos por tener dos orificios respiratorios y su tamaño máximo varía desde los 10 m de la ballena minke hasta los 26 m de la ballena azul (Perrin *et al.*, 2000).

Por otro lado, el Pacífico tropical mexicano se considera una provincia de la región biogeográfica del Pacífico oriental tropical, cuyos límites son las corrientes de Humboldt y de California. El Pacífico oriental tropical tiene características oceanográficas particulares que favorecen la existencia de una diversidad biológica inusualmente alta en zonas pelágicas tropicales y lo cual incluye una gran variedad y abundancia de mamíferos. Como es una zona de transición oceanográfica, el Pacífico tropical mexicano tiene gran relevancia biogeográfica, en sus aguas ocurren importantes procesos de dispersión y fragmentación de las poblaciones (Medrano *et al.*, 2007).

El Pacífico tropical mexicano es zona de tránsito para mysticetos como la ballena azul (*B. musculus*), que viajan entre las aguas del Domo de Costa Rica, el Golfo de California y la costa occidental de los Estados Unidos. También es área de alimentación para el rorcual tropical (*B. edeni*) y zona de migración de la ballena jorobada (*M. novaeangliae*) (Salinas y Ladrón de Guevara, 1993; Medrano *et al.*, 2007).

El Pacífico sur mexicano (PSM) comprende los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas (Lara-Lara, 2003). Algunos autores mencionan que el PSM comprende la porción tropical que va desde Cabo Corrientes, Jalisco, hasta la frontera con Guatemala (Aguayo-Lobo *et al.*, 1990). Presenta una riqueza específica de mamíferos marinos estimada en 18 especies, la cual supera la del Golfo de México y Mar Caribe, pero es menor que la del Pacífico norte de México y el Golfo de California con 36 especies (Aguayo-Lobo *et al.*, 1990).

En las costas de Oaxaca los mamíferos marinos están representados mayormente por Cetarteodáctilos (Meraz y Sánchez-Díaz, 2008). El listado que se poseía más reciente de mamíferos marinos para Oaxaca indicaba que existen registradas 11 especies de odontocetos, tres especies de mysticetos y siete especies de otáridos (Villegas-Zurita *et al.*, 2018). Sin embargo, a partir de 2012 se han realizado diversos esfuerzos de investigación encaminados a conocer diversos aspectos sobre la dinámica migratoria de ballena jorobada (Tesis Castillejos-Moguel, 2013). En los últimos años se ha registrado la presencia de *B. musculus* (Lira-Torres, 2007), *Delphinus delphis* (Castillejos-Moguel y Villegas-Zurita, 2011), *Steno bredanensis* (Villegas-Zurita, 2015), *Arctocephalus australis* (Villegas-Zurita *et al.*, 2015), *Arctocephalus philippii townsendi* (Villegas-Zurita *et al.*, 2015), *B. edeni* (Villegas-Zurita *et al.*, 2016) y *Mesoplodon peruvianus* (García-Grajales *et al.*, 2017), los registros más actuales son de *Kogia sima* (Villegas-Zurita *et al.*, 2018), *Ziphius cavirostris* (Villegas-Zurita *et al.*, 2018), *Eumetopias jubatus* (Villegas-Zurita *et al.*, 2018).

El trabajo más reciente es el de Villegas-Zurita *et al.* (2018) en el que, mediante una extensa revisión bibliográfica, de colecciones biológicas y censos de campo define la riqueza de mamíferos marinos para la costa de Oaxaca y el Pacífico sur en 21 especies (Cuadro 1).

Cuadro 1. Listado taxonómico de mamíferos marinos de Oaxaca, México. Tomado y modificado del artículo diversidad alfa de mamíferos marinos del Pacífico sur mexicano por Villegas-Zurita et. al 2018.

Phylum Chordata Bateson, 1885	Referencia
Clase Mammalia Linnaeus, 1758	
Orden Cetartiodactyla	
Suborden Mysticeti Cope, 1891	
Familia Balaenopteridae Gray, 1864	
<i>Balaenopter musculus</i> (Linnaeus, 1758)	Lira-Torres (2007)
<i>Balaenoptera edeni</i> Anderson, 1878	Villegas-Zurita et al. (2016)
<i>Megaptera novaeangliae</i> (Borowski, 1781)	Urbán y Aguayo (1987)
Suborden Odontoceti Flower, 1869	
Familia Delphinidae Gray, 1821	
<i>Delphinus delphis</i> (Linnaeus, 1758)	Castillejos-Moguel y Villegas-Zurita (2011)
<i>Feresa attenuata</i> Gray, 1875	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)
<i>Globicephala macrorhynchus</i> Gray, 1843	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)
<i>Grampus griseus</i> (Cuvier, 1812)	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)
<i>Orcinus orca</i> (Linnaeus, 1758)	Sánchez-Díaz y Meraz-Hernando (2001)
<i>Pseudorca crassidens</i> (Owen, 1846)	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)

<i>Stenella attenuata</i> (Gray, 1846)	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)
<i>Stenella coeruleoalba</i> (Meyen, 1833)	Wilson et al. (1987)
<i>Stenella longirostris</i> (Gray, 1828)	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)
<i>Steno bredanensis</i> (Cuvier in Lesson, 1828)	Villegas-Zurita (2015)
<i>Tursiops truncatus</i> (Montagu, 1821)	Salinas y Ladrón de Guevara (1993)
Familia Kogiidae	
<i>Kogia sima</i> (Owen, 1866)	Villegas-Zurita et al. (2018)
Familia Ziphiidae	
<i>Ziphius cavirostris</i> (Cuvier, 1823)	Villegas-Zurita et al. (2018)
<i>Mesoplodon peruvianus</i> (Reyes, Mead and Van Waerebeek, 1991)	García-Grajales et al. (2017)
Orden Carnivora Bowdich, 1821	
Suborden Caniformia Kretzoi, 1938	
Familia Otariidae (Gray, 1825) Gill, 1866	
<i>Arctocephalus australis</i> (Zimmermann, 1783)	Villegas-Zurita et al. (2016)
<i>Arctocephalus philippii townsendi</i> Merriam, 1897	Villegas-Zurita et al. (2015)
<i>Eumetopias jubatus</i> (Schreber, 1776)	Villegas-Zurita et al. (2018)
<i>Zalophus californianus</i> (Lesson, 1828)	Gallo-Reynoso y Solórzano-Velasco (1991)

Los misticetos representan un recurso natural de aprovechamiento no extractivo en áreas de observación de ballenas, por parte de prestadores de servicios turísticos, a través de observaciones en embarcaciones. El aprovechamiento no extractivo, son todas aquellas actividades directamente relacionadas con la vida silvestre en su hábitat natural que no impliquen la remoción de ejemplares, partes o derivados, y que, de no ser adecuadamente reguladas, pudieran causar impactos significativos sobre eventos biológicos, poblaciones o hábitat de las especies silvestres (SEMARNAT, 2007).

Existen pocos esfuerzos de investigación en la zona en el estado de Oaxaca, se reconoce que la falta de conocimientos sobre aspectos biológicos y ecológicos puede tener un efecto negativo en la conservación y aprovechamiento no extractivo de estas especies a nivel local y regional.

Por lo anterior es necesario desarrollar estudios que permitirían ampliar el conocimiento sobre sus áreas de congregación y rutas migratorias, conducta y hábitat de los misticetos en la región del Pacífico Sur mexicano. La generación de conocimiento nuevo sobre los aspectos mencionados en la zona es crítica, por lo que facilitará el acceso a la información y a la toma de decisiones al plantear estrategias de uso y conservación de estas especies a nivel local y regional.

La ballena jorobada *M. novaeangliae* es la especie mejor estudiada, de los misticetos y se puede observar en la Costa Central de Oaxaca (CCO), donde se han realizado algunos estudios basados en su biología, ecología y comportamiento tales como el de Caracterización de la migración e identificación de individuos de *M. novaeangliae*, Borowski, 1781 (Cetartiodactyla: Balaenopteridae) en la Costa Central de Oaxaca, durante la temporada invernal 2011-2012 (Castillejos-Moguel, 2013) y Primer registro de alimentación oportunista de ballena jorobada (*M. novaeangliae*) en la costa de Oaxaca (Villegas-Zurita y Castillejos-Moguel, 2013). Todos estos estudios han aportado información para poder seguir realizando buenas prácticas de aprovechamiento no extractivo y con esto seguir conservando a la especie. No obstante, es importante realizar más estudios de largo plazo sobre su biología y ecología para tener más información y plantear mejores estrategias de conservación.

El rorcual tropical *B. edeni* es el rorcual menos estudiado en México, existen muy pocos trabajos sobre esta especie. En la región del Pacífico Sur mexicano, el conocimiento sobre la especie es nulo, particularmente en la costa de Oaxaca, se registró por primera vez de manera reciente por Villegas-Zurita *et al.* (2016), lo que es de suma importancia ya que son los primeros registros para el estado de Oaxaca y para el Pacífico Sur mexicano. Por ello es necesario enriquecer el conocimiento acerca de este rorcual en el área y aportar información para comprender el papel ecológico que desempeñan en este hábitat ya que se desconocen muchos aspectos sobre su presencia, si es ocasional o se presenta en temporadas específicas.

La ballena azul *B. musculus*, es el menos estudiado en la CCO, ya que este organismo es oceánico, y los avistamientos de este organismo han sido ocasionales, debido a que no se han realizado esfuerzos suficientes de investigación en la zona, solo existe un único registro en la costa central de Oaxaca derivado de un varamiento en sitio el 17 de marzo de 2006 (Lira-Torres, 2007).

Para poder continuar con estos estudios, es necesario conocer parámetros poblacionales y biológicos que nos permitan poder realizar un buen manejo al realizar estas prácticas y con esto poder conservar las especies. Por lo que este trabajo generó información sobre la distribución y abundancias de *M. novaeangliae*, *B. edeni* y *B. musculus* en la CCO, durante cuatro temporadas 2012-2016.

II. MARCO TEÓRICO

Dentro de los mamíferos marinos se incluyen organismos pertenecientes a tres órdenes: el primero es el orden Cetartiodactyla, donde se encuentra el grupo de estudio; el segundo orden es el Carnívora y el tercero es el orden Sirenia.

2.1. Orden Cetartiodactyla

El Orden Cetartiodactyla comprende además de los ungulados, a las ballenas y los delfines. En la mastofauna marina mexicana los cetáceos son el grupo con la mayor diversidad, el cual está representado por 87 especies repartidas en 2 sub ordenes (mysticeti y odontoceti), 14 de misticetos o ballenas y 73 de odontocetos o delfines. En el suborden mysticeti se incluyen a las Familias Balaenidae, con sólo una especie presente en México, Eschrichtiidae; y Balaenopteridae con dos Subfamilias: Megapterinae con su única especie presente en el país y la Balaenopteridae con sus 5 especies existentes en México (Salinas y Ladrón de Guevara 1993; Jefferson *et al.* 2015).

2.2. Suborden Mysticeti

Son ballenas con barbas que cuentan con un par de orificios nasales, animales que están presentes en todos los océanos. En muchos casos realizan migraciones y cuentan con una gran cabeza, un hocico largo y delgado. Como ejemplos podemos citar a las ballenas grises y los rorcuales (ej. rorcual tropical *Balaenoptera edeni*, ballena jorobada *Megaptera novaeangliae*).

Cuadro 2. Especies del suborden Mysticeti (Cetáceos con barbas). * Especies consideradas en este trabajo.

Familia	Especie
Balaenidae (Ballenas francas)	<i>Eubalaena glacialis</i>
	<i>Eubalaena japónica</i>
	<i>Eubalaena australis</i>
	<i>Balaena mysticetus</i>
Neobalaenidae (Ballena franca pigmea)	<i>Caperea marginata</i>
Balaenopteridae (Rorcuales)	<i>Balaenoptera musculus*</i>
	<i>Balaenoptera physalus</i>
	<i>Balaenoptera borealis</i>
	<i>Balaenoptera edeni*</i>
	<i>Balaenoptera omurai</i>
	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>
	<i>Balaenoptera bonaerensis</i>
<i>Megaptera novaeangliae*</i>	
Eschrichtiidae (Ballena gris)	<i>Eschrichtius robustus</i>

La ballena azul (*B. musculus*) es el mayor de los misticetos y de los cetáceos, puede alcanzar una longitud de 30 m y pesar 150 toneladas (Álvarez y Cuesta, 2003). Habita todos los océanos del mundo, en aguas de alta productividad y a lo largo de la plataforma continental (Leatherwood *et al.*, 1985). Su longitud promedio es de 24.5 metros, siendo la hembra ligeramente mayor que el macho y presenta un periodo de gestación de 11 meses, consumen en promedio 3.5 toneladas de alimento al día (Ellis, 1980; Yochem y Leatherwood, 1985).

La ballena jorobada (*M. novaeangliae*) se encuentra en todos los océanos. Esta ballena mide 16 metros de longitud, su periodo de gestación es de 11.5 meses (Leatherwood *et al.*, 1982; Urbán *et al.*, 1989; Jaramillo, 1995) y se alimenta de peces pelágicos menores y eufáusidos (Ellis, 1980).

El rorcual tropical (*B. edeni*) se caracteriza por habitar exclusivamente agua tropicales y subtropicales (Cummings, 1985). Su longitud es aproximadamente de 14 metros, su principal alimento son los peces pelágicos menores, aunque eventualmente se alimenta de calamar y pequeños crustáceos (Teshy, 1992; Teshy *et al.*, 1993).

2.3. Conceptos ecológicos

En una población los individuos son más semejantes reproductivamente, que los individuos de otra población de la misma especie. Esto implica que los miembros de una población pueden moverse libremente a través del mismo rango geográfico, pero están aislados de otras poblaciones por barreras geográficas tales como las penínsulas o separaciones súbitas ambientales. La disyunción de áreas favorables y el aislamiento de las poblaciones locales pueden dar lugar al surgimiento de razas o ecotipos. Las poblaciones se definen en el espacio y en el tiempo, y así estos dos elementos definen las dimensiones sobre las cuales pueden estudiarse las poblaciones. La dimensión espacial es incorporada en los estudios poblacionales a través del análisis de la distribución de los organismos a lo largo del espacio, la distribución espacial se refiere la relación que existe entre la especie y su ambiente (Krebs, 1985). La dimensión temporal se manifiesta a través del análisis de la dinámica de las poblaciones, que puede corresponder al estudio de la variación en el tiempo de los atributos espaciales, a través de parámetros relacionados a esta dinámica (Palmer, 1987; Schemske *et al.*, 1994)

Abundancia: número (absoluto) de individuos de la población. P.e., cantidad de individuos de la misma especie en un lugar y un tiempo determinados.

Abundancia relativa: permite comparar dos o más situaciones, porcentaje de individuos de cada especie en relación con el total que conforman la comunidad o subcomunidad.

III. ANTECEDENTES

El área de estudio se localiza dentro de la zona de influencia de la primera zona matriz generadora de huracanes, que corresponde al Golfo de Tehuantepec. Entre los meses de octubre y marzo, los frentes fríos atmosféricos que afectan el Golfo de México atraviesan el Istmo de Tehuantepec, dando lugar a intensos pulsos que se esparcen sobre el Golfo de Tehuantepec alterando las temperaturas superficiales y la circulación oceanográfica local, reflejándose en aguas frías (Trasviña *et al.* 1995).

La zona de estudio es el límite oeste del Golfo de Tehuantepec, que tiene una gran importancia regional debido a los procesos físicos y ecológicos que en él se llevan a cabo, como el fenómeno de surgencias, los aportes continentales de agua dulce y la dinámica ecológica de grandes sistemas lagunares (Lara-Lara *et al.* 2008, Arriaga *et al.* 1998). Estos procesos costeros tienen una fuerte influencia sobre la biología y ecología de las especies, por lo que se reconoce como parte de la región prioritaria de biodiversidad costera número 35, donde confluyen dos provincias zoogeográficas marino-costeras (Mexicana y Panámica) de biodiversidad (Lara-Lara *et al.* 2008, Arriaga-Cabrera *et al.* 1998).

Su tectónica comprende la placa Ribera, la Trinchera Mesoamericana y la zona de subducción de la placa de Cocos y Norteamericana, bajo el agua posee cañones submarinos, una plataforma y talud continental con laderas muy escarpadas. La plataforma continental es muy angosta, entre 10 y 15 km. de amplitud, mientras que la ladera oceánica describe una banda de topografía irregular, ligeramente ondulada, reportándose la máxima profundidad frente a Puerto Ángel con 4 552 m (Lara-Lara *et al.* 2008, Arriaga-Cabrera *et al.* 1998).

3.1. Pacífico mexicano

En México, Torres *et al.*, 1995 indica que se han registrado un total de 47 especies de mamíferos marinos distribuidos en tres órdenes: cetacea (40 spp), Carnivora (6 spp) y Sirenia (1spp), y Medrano *et al.*, 2007 menciona que, en aguas de la zona económica exclusiva de México, viven entre 45 y 49 especies de mamíferos marinos, y que los cetáceos representan poco menos del 50% de las especies de este orden en el mundo y casi 8% de las 496 especies de mamíferos en México. Rosales (1995) realizó un estudio de estimación poblacional del rorcual tropical *B. edeni* en bahía de La Paz, B.C.S. donde se realizó foto identificación de la aleta dorsal de los animales, con un total de 235 ballenas, con dos recapturas, este último identificándose como hembra por la presencia de cría en ambos años. Lo cual sugiere que en el Golfo de California existe una sola población que se distribuye en forma de agregaciones estacionales.

Medrano *et al.* (2003) reporta que en el Pacífico tropical mexicano viven varios pequeños cetáceos, es zona de tránsito para misticetos como la ballena azul (*B. musculus*), que viajan entre las aguas del Domo de Costa Rica, el Golfo de California y la costa occidental de los Estados Unidos, también es área de alimentación para el rorcual tropical (*B. edeni*) y de migración y reproducción de la ballena jorobada. Menciona también que esta región es importante en la definición de la estructura filogeográfica global de la ballena jorobada porque, a través de sus sitios de reproducción, ha ocurrido un flujo génico entre las poblaciones de los hemisferios Norte y Sur, lo cual mantiene la unidad evolutiva de la especie en el mundo.

Por su parte Salas (2008) analiza las historias de avistamientos de las ballenas de la agregación costera del Pacífico mexicano, en especial aquellas que pasan el invierno en la Bahía de Banderas, con 885 identificaciones mediante aleta caudal y 372 por aleta dorsal obtenidas de 1983 al 2004. En todos los años, la agrupación de animales solitarios es la que presenta mayor abundancia durante el invierno, mientras que la de los cantores y la de grupos con cría son las menos abundantes. La estimación poblacional obtenida resulta ser de entre 7500 y 8900 individuos, la cual es muy alta y probablemente se refiere al conjunto de la agregación total del Pacífico Norte.

Salvadeo *et al.* (2011) explica que el rorcual tropical en bahía de La Paz no tiene un patrón de ocurrencia estacional bien definido, sin embargo, un mayor número de ballenas se registró consistentemente durante condiciones de La Niña, cuando la población de sardinas se encuentra distribuida más al sur dentro del Golfo, y muy pocos rorcuales se registraron durante condiciones neutrales y de El Niño.

Loustalot (2016) contabilizó 1,315 avistamientos de ballenas jorobadas para el análisis de abundancias relativas, así mismo en esos avistamientos se contabilizaron 2,714 ballenas en los Cabos, Baja California Sur. Los resultados indican que el nicho potencial se observa que en años fríos se encuentran más dispersos, sin embargo, para años cálidos se observa un desplazamiento al norte mientras que para agrupaciones con cría se contrae en años cálidos.

3.2. Estudios de misticetos en la costa central de Oaxaca

A la fecha se cuenta con poca información sobre el estudio de ballenas en la Costa Central de Oaxaca, incluso en el Pacífico Sur de México. La mayoría de la información generada se restringe a trabajos de tesis y en menor medida a trabajos publicados, especialmente trabajos recientes. Sin embargo, algunos centros de investigación se siguen haciendo esfuerzos por conocer un poco más sobre estas especies.

Torres (2007) reporta el primer registro de *B. musculus* para la costa de Oaxaca, identificada por las características que presentó el individuo, medidas morfológicas tomadas en el ejemplar.

Meraz y Sánchez-Díaz (2008) realizaron un trabajo sobre los mamíferos marinos en la CCO donde mencionan que en octubre del 2000 se observó un individuo solitario de ballena jorobada, aproximadamente a 2 km de la costa, al suroeste de las bahías de Huatulco. Por otra parte, en febrero del 2001 se observó en las inmediaciones de Puerto Ángel una pareja de *M. novaeangliae* que transitaba en dirección noroeste; en diciembre del 2001 se registró otra pareja de ballena jorobada en las bahías de Huatulco, con dirección sureste. Ambas parejas viajaban muy cerca de la costa. En enero del 2004 se observó un grupo de 3 individuos de ballenas

jorobadas nadando frente a la playa de Escobilla, con dirección al sureste, a escasos 20 m de la costa.

Castillejos-Moguel (2012) realizó un trabajo sobre caracterización de la migración de la ballena jorobada e identificó individuos durante la temporada invernal 2011-2012, en la CCO, donde se realizaron 46 muestreos, siendo los meses de febrero y marzo con mayor tasa de encuentro, se registraron un total de 45 avistamientos, con un total de 53 ballenas jorobadas.

Castillejos-Moguel (2013) realizó una investigación sobre distribución y desplazamiento de las ballenas jorobadas en la Costa de Oaxaca en las temporadas invernales 2011-2012 y 2012-2013 hacia otras áreas de congregación invernal, donde por primera vez en la costa de Oaxaca se foto identificaron 117 individuos mediante aleta caudal, en la primera temporada invernal se foto recapturó un individuo y en la segunda temporada cuatro individuos. Considerando el índice de intercambio de las ballenas jorobadas, con el que se demuestra que existe una mayor relación entre Oaxaca y Guerrero.

Villegas-Zurita y Castillejos-Moguel (2013) documentan el primer registro de alimentación oportunista de ballena jorobada durante su migración invernal en aguas tropicales de la costa central de Oaxaca, México. Siendo esta la observación de alimentación oportunista más al sur que se ha documentado en la población de ballenas jorobadas del Pacífico Norte.

Lozano (2015) realizó un trabajo sobre composición y abundancia de cetáceos de la porción central de Oaxaca, donde se encontraron 6 avistamientos de *M. novaeangliae*, los avistamientos se observaron en las playas de Zipolite, San Agustinillo y Roca blanca.

José de Jesús Hernández Guillen (2016) realizó un trabajo sobre Riqueza, incidencia y distribución espaciotemporal de varamientos de mamíferos marinos en la costa de Oaxaca, durante el periodo 2001-2014. En la cual conformó una base de datos con registros de varamientos, los cuales fueron colectados de diversas fuentes, en el que se registró un total de 27 varamientos integrados por 30 organismos, de los cuales dos fueron del suborden Mysticeti (*B. musculus* y *M. novaeangliae*).

Los registros más recientes de ballenas barbadas en la costa de Oaxaca se presentan por Villegas-Zurita *et al.* (2018) quienes registraron un total de 291 individuos, de las cuales 270 fueron ballenas jorobadas y 20 ballenas edeni. En este trabajo solo se mencionan datos de frecuencia de avistamientos y número de individuos, en el periodo diciembre de 2011 a abril de 2015, registros que forman parte de la evaluación realizada en este trabajo de tesis.

IV. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Evaluar la distribución espacio-temporal y abundancia de misticetos en la costa central de Oaxaca, durante cuatro temporadas (2012-2016).

4.2. Objetivos específicos

- Determinar la abundancia relativa de misticetos en la costa central de Oaxaca durante cuatro temporadas (2012-2016).
- Establecer la distribución temporal durante cuatro temporadas (2012-2016).
- Establecer la distribución espacial en relación con la distancia de costa y profundidad a partir del punto del avistamiento.

V. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio comprende una pequeña parte del Pacífico oriental tropical y se encuentra ubicado frente a las costas de los municipios de Santa María Tonameca, San Pedro Pochutla, (15°41'15.0"N y 96°26'37.91"O), Santa María Huatulco y Barra de Tonameca en Santa María Tonameca (15°40'45.75"N y 96°36'45.99"O) en el estado de Oaxaca (Fig. 1).

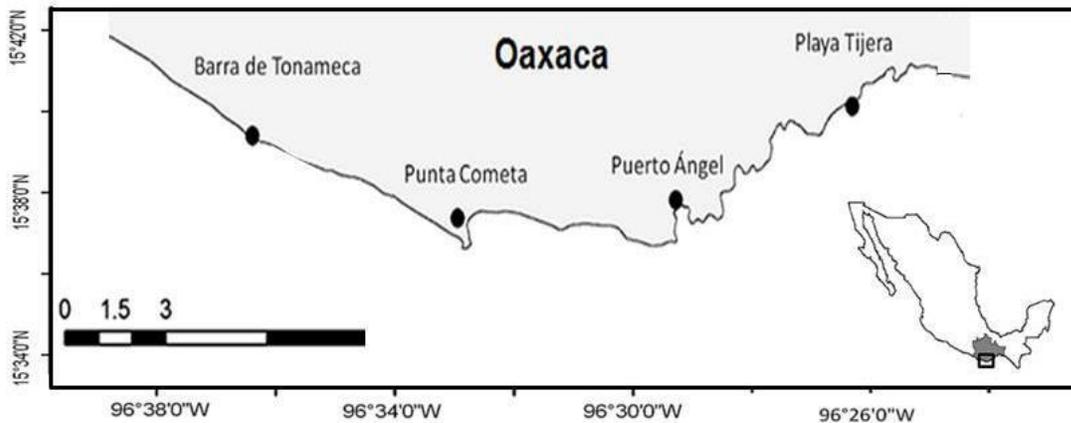


Figura 1. Localización del área de estudio.

La zona de estudio comprende el límite de la parte oeste del Golfo de Tehuantepec, se caracteriza por una escasa plataforma continental, principalmente de litoral rocoso. Los procesos meteorológicos más importantes en este golfo son los vientos “Tehuantepecanos” que se presentan en la época de invierno y de acuerdo a diferentes autores se presentan entre los meses de octubre a marzo (Gallegos y Barberán, 1998), de noviembre a mayo (Castaneira, 2008) o de octubre a mayo (Brennan *et al.*, 2009). Estos vientos de descenso que atraviesan el istmo pueden exceder los 20 ms^{-1} , y producen un arrastre del agua hacia el sur que determina importantes surgencias y una mezcla considerable a lo largo del eje del viento (Lara-Lara *et al.*, 2008).

Cuando los vientos Tehuantepecanos pierden fuerza se reinicia el calentamiento progresivo del agua superficial, desaparece la surgencia eólica y se restablece la circulación superficial del Golfo de Tehuantepec y de las aguas adyacentes. Las surgencias representan una bomba de nutrientes que enriquecen las aguas adyacentes en el Pacífico oriental tropical y determinan una productividad alta (Robles Jarero y Lara-Lara, 1993).

El Golfo de Tehuantepec es de gran trascendencia, ya que presenta importantes procesos físicos y ecológicos, como el fenómeno de surgencias, los aportes continentales de agua dulce y la dinámica ecológica de grandes sistemas lagunares, que determinan una producción pesquera alta. Estos procesos costeros tienen una fuerte influencia sobre la biología y ecología de las especies, por lo que se reconoce como una macro región ecológica marina costera (Mexicana y Panámica) de biodiversidad y endemismo característico (Lara-Lara *et al.*, 2008).

VI. MATERIAL Y MÉTODO

6.1. Trabajo de campo

Los muestreos se realizaron durante cuatro temporadas (2012-2016), desde los meses de octubre - abril, los cuales consistieron en un transecto paralelo a la costa, con un campo visual de una milla náutica (mn) a cada lado del transecto (Fig. 2).

Se realizaron 236 recorridos a lo largo del transecto, cada recorrido se realizó en horas luz, con una duración aproximada de 4 horas dependiendo de las condiciones ambientales, utilizando embarcaciones menores tipo panga de fibra de vidrio, de seis metros de eslora, equipadas con un motor fuera de borda de 60 caballos de fuerza (Fig. 3). Durante los recorridos el grupo de trabajo estuvo formado por un mínimo de cinco personas, de las cuales hubo un operador de la embarcación, un anotador, un medidor de las variables ambientales, y todos fungieron como observadores para la búsqueda de mamíferos marinos (Fig. 4), que también cumplieron con la función de tomar fotografías. La búsqueda de misticetos se realizó a ojo desnudo, mediante barridos visuales de 180° sobre el horizonte.

La ubicación de los misticetos fue por medio de aleta dorsal, aleta caudal, soplo, saltos o a partir de avisos de embarcaciones turísticas que navegaban en ese momento en la zona.

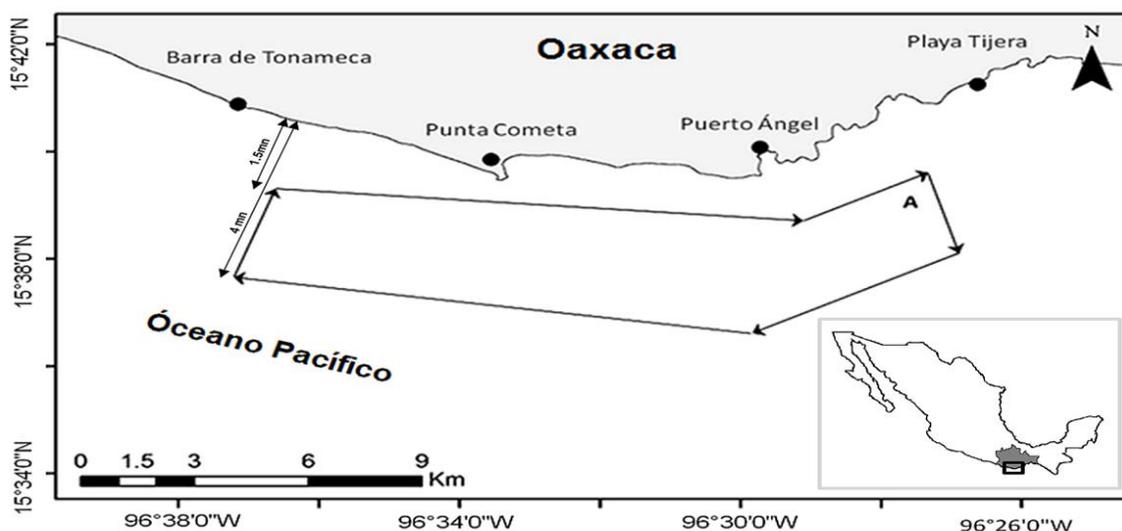


Figura 2. Área de estudio en la Costa Central de Oaxaca (CCO). A) Las líneas negras representan el transecto recorrido a 1.5 y 4 mn de la línea de costa, entre los límites de Barra de Tonameca y Playa Tijera (Castillejos-Moguel, 2013).



Figura 3. Equipo de trabajo y observadores al abordar una de las embarcaciones utilizadas en las navegaciones.

6.1.1. Registro de datos

Se utilizó un formato de campo para el registro de datos (Anexo I). En este formato se registraron datos al inicio de cada recorrido, como la fecha, hora de salida, hora de regreso, número de pasajeros; así como datos ambientales, como la visibilidad, oleaje y viento por la escala Beaufort, porcentaje de nubes y la temperatura superficial del agua usando un termómetro digital.

Durante cada avistamiento se tomaron datos como la visibilidad, nivel en la escala Beaufort, porcentaje de nubes, temperatura del agua, dirección de desplazamiento noroeste (NO) y sureste (SE), hora inicial y final del avistamiento, tipo de grupo, comportamiento, posición (GPS) inicial y final, y observaciones.



Figura 4. Observadores con cámaras fotográficas para el registro y documentación de las especies observadas durante los recorridos.

Para la identificación de los mysticetos se apoyó del registro fotográfico tomadas en campo, guías de campo, especialmente por sus características morfológicas y comportamiento,

Para *M. novaeangliae* se empleó la técnica de foto-identificación, desde las diferentes plataformas de observación. En cada uno de los avistamientos la embarcación se acercaba a una distancia de no más de 30 m de la ballena o grupo de ballenas por la parte posterior, para darle seguimiento y fotografiar la altea caudal cuando realizaban un buceo profundo, posteriormente la embarcación se ubicó de forma paralela a la ballena para fotografiar la aleta dorsal.

Para *B. edeni* se identificó por sus tres quillas en el rostro, su comportamiento evasivo y su morfología en general, además de las fotografías tomadas en campo.

Para *B. musculus* se realizó un video a lo largo de todo su cuerpo, y se tomaron fotografías para su posterior identificación.

6.2. Trabajo de gabinete

6.2.1. Análisis de abundancia

Se emplearon los registros de avistamiento, para determinar la abundancia relativa y la tasa de encuentro mensual mediante la estimación de la Abundancia por Unidad de Esfuerzo (APUE), definiendo como unidad de esfuerzo las horas de búsqueda y la distancia recorrida en cada navegación (Martins *et al.*, 2001; Cabrera *et al.*, 2012) empleando la fórmula:

$$APUE=n/E$$

Dónde:

n= Número de avistamientos o número de ballenas

E= Unidad de esfuerzo en horas o distancia

6.2.2. Análisis de la distribución espacio-temporal

La ocurrencia o distribución espacial se determinó usando los registros de coordenadas en el sitio de cada avistamiento tomadas con el GPS de mano (GARMIN *etrex20*). Los registros de geoposición de cada avistamiento se convirtieron en archivos delimitados por comas (archivos CSV). Se elaboraron mapas de distribución de los tipos de grupo utilizando el programa QGIS. Así mismo se relacionó la profundidad y la distancia a la costa con los avistamientos, y se elaboraron graficas de frecuencia. Las capas de localidades y batimetría utilizadas para la elaboración de mapas fueron obtenidas del Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica de la Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Los valores de distancia y profundidad se obtuvieron empleando herramientas del programa ArcMap Versión 10.1, a partir de la capa SEMARNAT Mex_ADM, para obtener la distancia a la costa se empleo la capa Estados_UTMZ14N y para la profundidad se empleó el ráster GEBCO2014_120.0_10.

Adicionalmente, se realizó una comparación de la distribución con respecto a la profundidad y distancia a la costa de cada una de las temporadas para determinar si existe variación entre temporadas en la distribución de los misticetos, se realizó un análisis de Kruskal Walis debido a la naturaleza de nuestros datos (Datos no Parametricos). Las pruebas fueron realizadas en R studio (R projec ver. 3.6).

VII. RESULTADOS

7.1. Abundancia por unidad de esfuerzo (APUE)

Se registraron un total de 491 individuos de las tres especies (437 de ballena jorobada, 53 de rorcual tropical y 1 de ballena azul), de los cuales: 142 individuos se registraron en la primera temporada, 76 en la segunda, 129 en la tercera y 144 en la última temporada (Cuadro 3).

El esfuerzo de muestreo durante las cuatro temporadas fue de 10,865.1 km recorridos durante 1067.67 horas de navegación a una velocidad promedio de 9.93 km/h. En dónde se estimó una abundancia relativa total de 0.0259 avistamientos/km, así como 0.0451 individuos/km.

Durante la primera temporada, 2012-2013, se registraron 142 individuos, de los cuales 140 fueron de *Megaptera novaeangliae* (Fig. 5), en dónde se estimó una APUE de 0.0403 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 24.81 km., así como 0.3916 individuos/h equivalente a una ballena cada 2.55 h., mientras que dos individuos fueron de *Balaenoptera edeni* (Fig. 6), en dónde se estimó una APUE de 0.0006 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 1,666 km., así como 0.0056 individuos/h equivalente a una ballena cada 178 h (Cuadro 4).

Durante la segunda temporada, 2013-2014, se registraron 76 individuos, de los cuales 70 fueron de *Megaptera novaeangliae*, en dónde se estimó una APUE de 0.0458 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 21.83 km., así como 0.5162 individuos/h equivalente a una ballena cada 1.93 h., mientras que seis individuos fueron de *Balaenoptera edeni*, en dónde se estimó una APUE de 0.0039 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 256.41 km., así como 0.0442 individuos/h equivalente a una ballena cada 22.62 h (Cuadro 5).

Cuadro 3. Número de especies e individuos registrados por temporada (T), durante las cuatro temporadas entre 2012 y 2016 en la Costa Central de Oaxaca.

Individuos Especie	1ra T	2da T	3ra T	4ta T
	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016
<i>M. novaeangliae</i>	140	70	127	100
<i>B. edeni</i>	2	6	2	43
<i>B. musculus</i>	0	0	0	1
Individuos totales	142	76	129	144

Durante la tercera temporada, 2014-2015, se registraron 129 individuos, de los cuales 127 fueron de *Megaptera novaeangliae*, en dónde se estimó una APUE de 0.0518 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 19.30 km., así como una APUE de 0.5507 individuos/h equivalente a una ballena cada 1.93 h., mientras que dos individuos fueron de *Balaenoptera edeni*, en dónde se estimó una APUE de 0.0008 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 1,250 km., así como una APUE de 0.0087 individuos/h equivalente a una ballena cada 114.94 h (Cuadro 6).

Durante la cuarta temporada. 2015-2016, se registraron 144 individuos, de los cuales 100 fueron de *Megaptera novaeangliae*, en dónde se estimó una APUE de 0.0527 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 18.97 km., así como una APUE de 0.4752 individuos/h equivalente a una ballena cada 2.10 h., mientras que 44 individuos fueron de *Balaenoptera edeni*, en dónde se estimó una APUE de 0.0227 individuos/km, lo que se traduce a una ballena cada 44.05km., así como una APUE de 0.2043 individuos/h equivalente a una ballena cada 4.89 h., y *Balaenoptera musculus* (Fig. 7) con un solo individuo, en donde se estimó una APUE de 0.0005 individuos/km equivalente a una ballena cada 2000 km., así como una APUE de 0.0048 individuos/h equivalente a una ballena cada 208 h. (Cuadro 7).

Cuadro 4. Abundancia relativa por temporada 2012-2013, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.

Especies	APUE Avistamientos		APUE Individuos	
	(h)	(km)	(h)	(km)
<i>M. novaeangliae</i>	0.2182	0.0225	0.3916	0.0403
<i>B. edeni</i>	0.0056	0.0006	0.0056	0.0006

Cuadro 5. Abundancia relativa por temporada 2013-2014, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.

Especies	APUE Avistamientos		APUE Individuos	
	(h)	(km)	(h)	(km)
<i>M. novaeangliae</i>	0.2434	0.0216	0.5162	0.0458
<i>B. edeni</i>	0.0295	0.0026	0.0442	0.0039

Cuadro 6. Abundancia relativa por temporada 2014-2015, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.

Especies	APUE Avistamientos		APUE Individuos	
	(h)	(km)	(h)	(km)
<i>M. novaeangliae</i>	0.3209	0.0302	0.5507	0.0518
<i>B. edeni</i>	0.0087	0.0008	0.0087	0.0008

Cuadro 7. Abundancia relativa por temporada 2015-2016, en términos de avistamientos e individuos por unidad de esfuerzo.

Especies	APUE Avistamientos		APUE Individuos	
	(h)	(km)	(h)	(km)
<i>M. novaeangliae</i>	0.2899	0.0321	0.4752	0.0527
<i>B. edeni</i>	0.1283	0.0142	0.2043	0.0227
<i>B. musculus</i>	0.0048	0.0005	0.0048	0.0005



Figura 5: Cría de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) registrada frente a la costa de Mazunte, Oaxaca (Foto: cortesía de MMOBiDiC AC)



Figura 6: Rorcual tropical (*Balaenoptera edeni*) registrado frente a la costa de San Agustínillo, Oaxaca (Foto: cortesía Francisco Villegas)



Figura 7.- Ballena azul (*Balaenoptera musculus*) registrada frente a la costa e Puerto Ángel (Foto: cortesía de MMOBiDiC AC)

7.2. Distribución temporal

De acuerdo con los avistamientos, la ballena jorobada (*M. novaeangliae*) se observó entre los meses de octubre y abril, en cambio el rorcual tropical (*B. edeni*) entre los meses de enero y abril. Para el caso de ballena azul (*B. musculus*) se registró un avistamiento en enero de 2016 y se considera el segundo registro de este organismo para Oaxaca, posterior al registro de varamiento de Lira-Torres (2007) (Cuadro 8).

En términos de abundancia, la ballena jorobada presentó una mayor APUE durante los meses de noviembre a enero, siendo la temporada 2014-2015 la más abundante para esta especie (APUE=0.0518 individuos/km), comenzando a decaer en los meses de mayo a octubre, siendo la temporada 2013-2014 la menos abundante (APUE= 0.0458 individuos/kilometro) y aumentando de nuevo en los meses de noviembre a enero, mostrando un patrón similar durante las cuatro temporadas. Para el rorcual tropical, se observó que la abundancia fue relativamente baja en las temporadas 2012-2013 y hasta la 2014-2015 (APUE= 0.0006 individuos/km, APUE= 0.0039 individuos/km, APUE= 0.0008 individuos/km), mostrando un aumento considerable para la temporada 2015-2016 (APUE= 0.0227 individuos/km). La ballena azul, debido a que solo se presentó un registro durante el periodo de estudio, no puede realizarse ningún análisis en términos de abundancia o de su distribución espacio-temporal. Por lo que su presencia al parecer es rara en la costa y puede considerarse como atípica (Fig. 8).

Cuadro 8. Temporalidad, siendo la ●=*B. edeni*, ○=*M. novaeangliae* y □=*B. musculus*.

Temporadas	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2012										○	○	○
2013	●○	○	○	●○								○
2014	○	●○	●○							○	○	
2015	○	●○	○	○							○	○
2016	●○□	●○	●○									

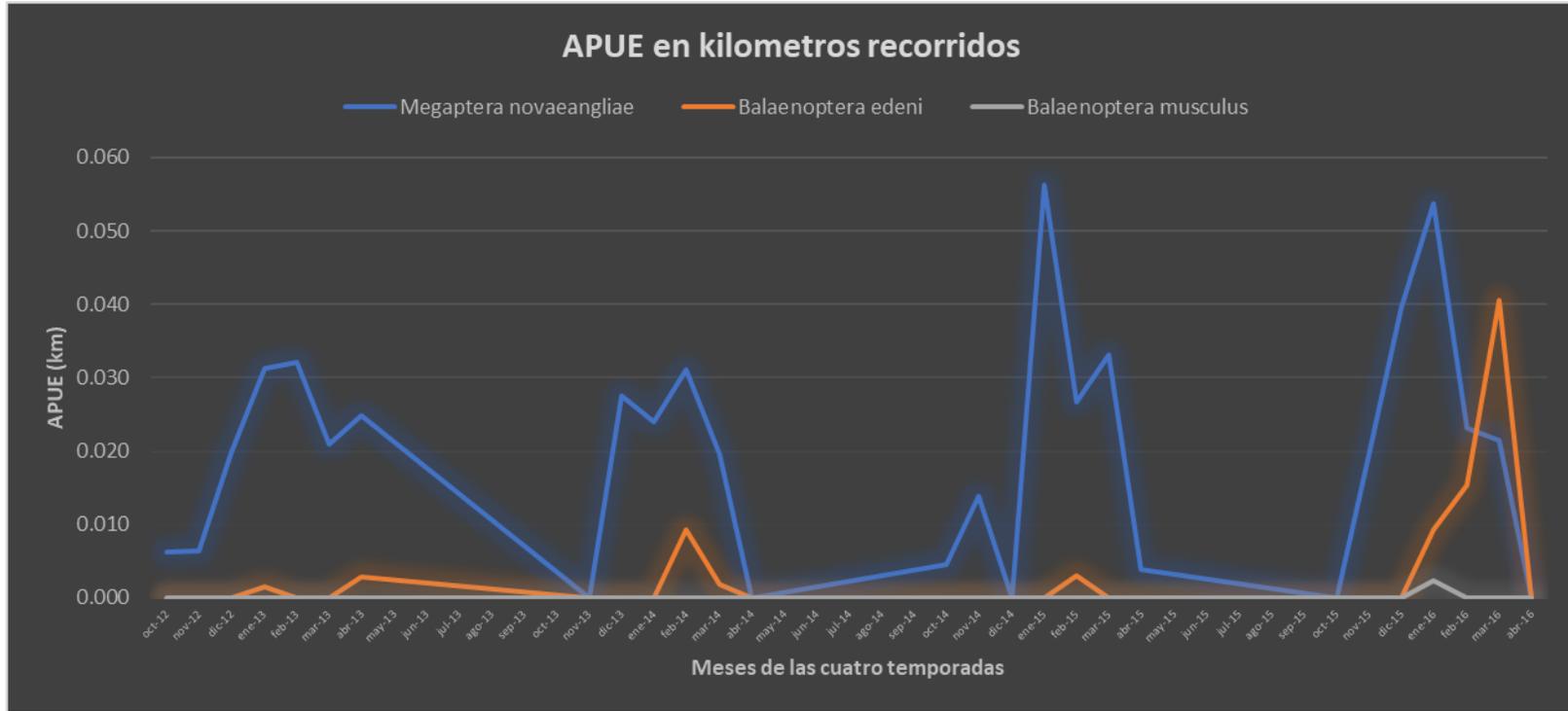


Figura 8. APUE estimada durante las cuatro temporadas 2012-2016 en kilómetros recorridos.

7.3. Distribución espacial en relación con la distancia de la costa y profundidad.

De acuerdo con los registros de geoposición de cada uno de los avistamientos (n=273) en la CCO, se relacionó la distribución de misticetos con la distancia a la costa y la batimetría de la zona, observando que los misticetos se distribuyeron en toda el área de estudio (Fig.9, 10 y 11).

La distancia media de los avistamientos para *M.novaeangliae*, a partir de la línea de costa fue de 2.43 km, siendo 18.86 km la distancia máxima registrada, mientras que 0.1232 km fue la distancia mínima registrada. Para el caso de *B. edeni* la distancia media fue de 3.56 km, la máxima de 9.24 km mientras que la distancia mínima fue de 1.08 km y para *B. musculus*, se obtuvo un solo registro que fue de 0.5982 km. *M. novaeangliae* (99.15%; n=237) y *B. edeni* (85.71%; n=30) prefieren zonas cercanas a la costa, menor a los 10 km.

M. novaeangliae (99.15%; n=235) y *B. edeni* (100%; n=35) prefieren zonas poco profundas, menores a los 15 m., el único registro de *B. musculus* se encontró a una profundidad de 13 m.

La ocurrencia espacial mostró una mayor frecuencia en zonas cercanas a la costa, menor a los 2 km (Fig. 12) y en zonas de profundidad entre los 100 m y 300 m (Fig. 13).

Al analizar la distribución de *M. novaeangliae* con respecto a la distancia a la costa (KW=217.7; $p=2.2e^{-16}$; n=237) y la profundidad (KW=200.4; $p=2.2e^{-16}$; n=237) entre las cuatro temporadas, mostro que si hay diferencias significativas

Al comparar la distribución de *B. edeni* con respecto a la distancia a la costa (KW=18.34; $p=0.00037$; n=35) y la profundidad (KW=14.354; $p=0.002461$; n=35) mostro que solo hay diferencias significativas entre las temporadas dos y cuatro, durante las cuatro temporadas.

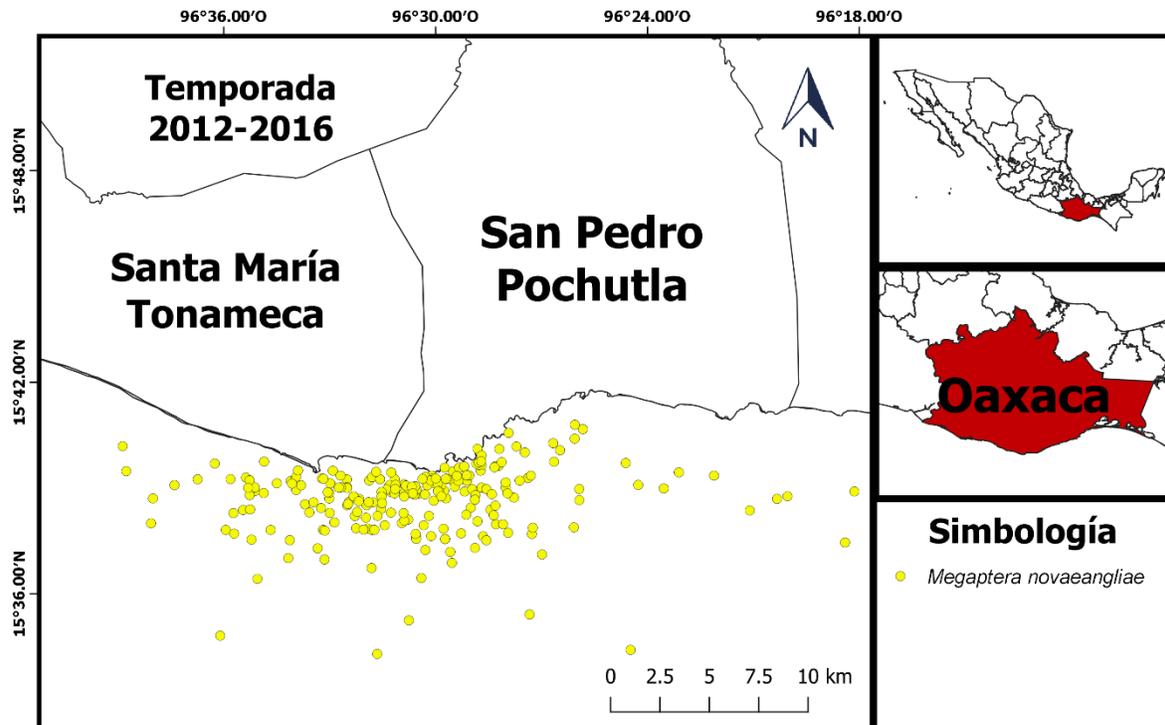


Figura 9. Distribución de *M. novaeangliae* en la CCO durante cuatro temporadas 2012-2016.

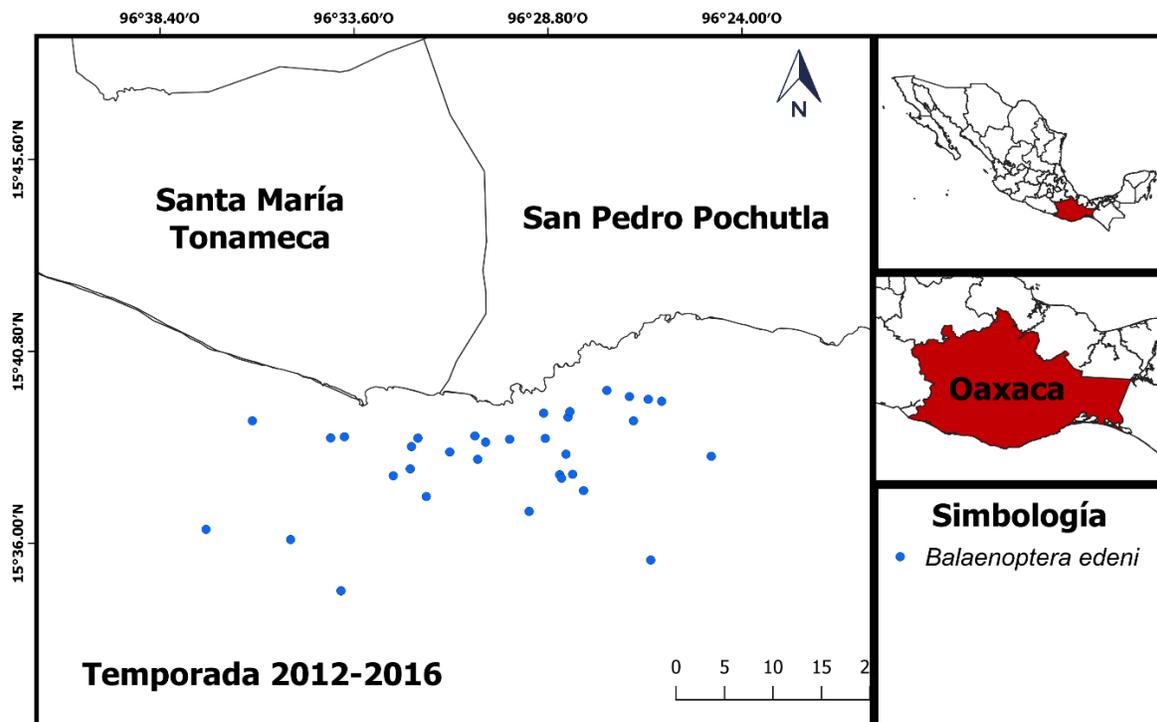


Figura 10. Distribución de *Balaenoptera edeni* en la CCO durante cuatro temporadas 2012-2016.

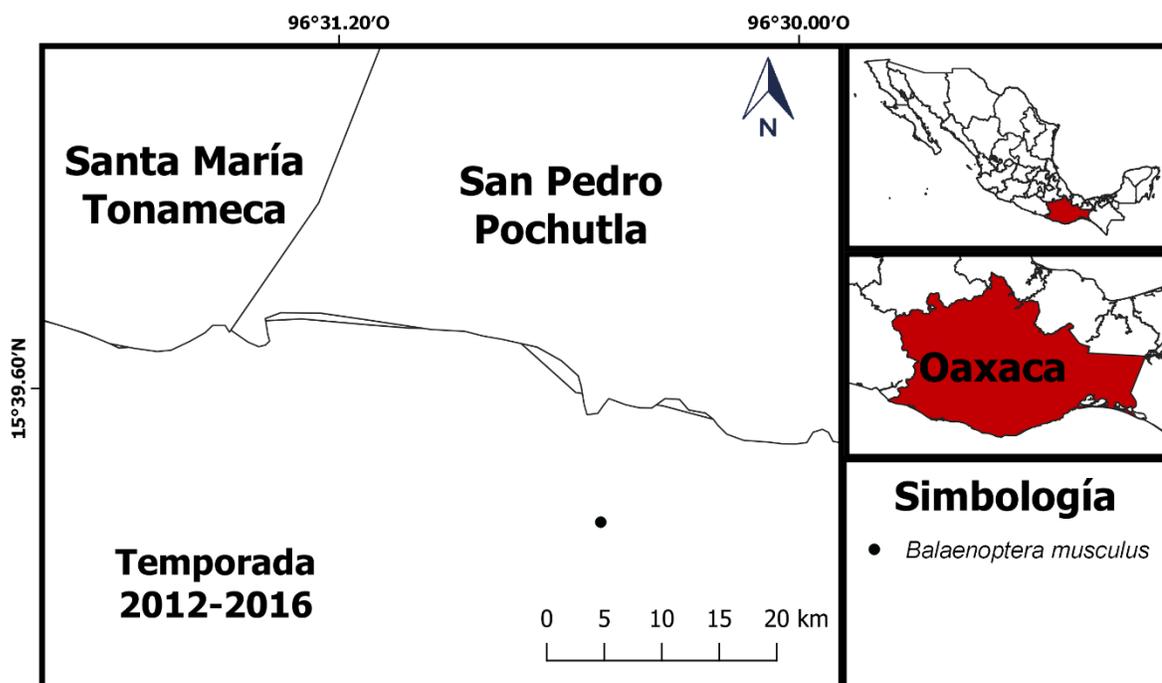


Figura 11. Distribución de *Balaenoptera musculus* en la CCO durante cuatro temporadas 2012-2016.

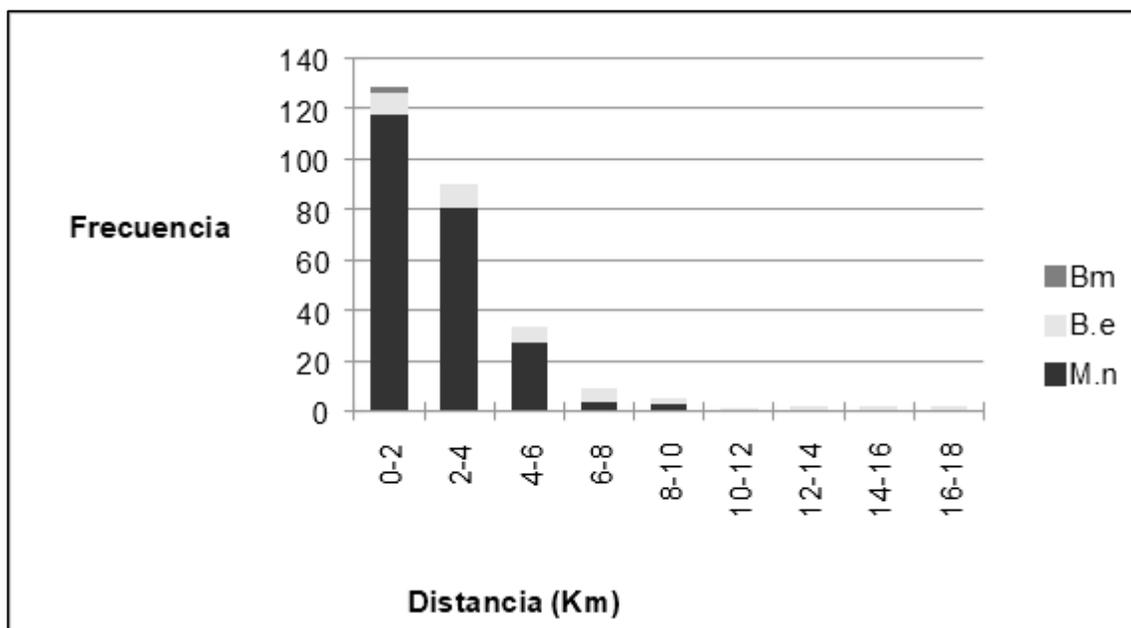


Figura 12. Frecuencia de misticetos, *Balaenoptera musculus* (Bm), *Balaenoptera edeni* (B.e) y *Megaptera novaeangliae* (M.n) respecto a la distancia a la costa.

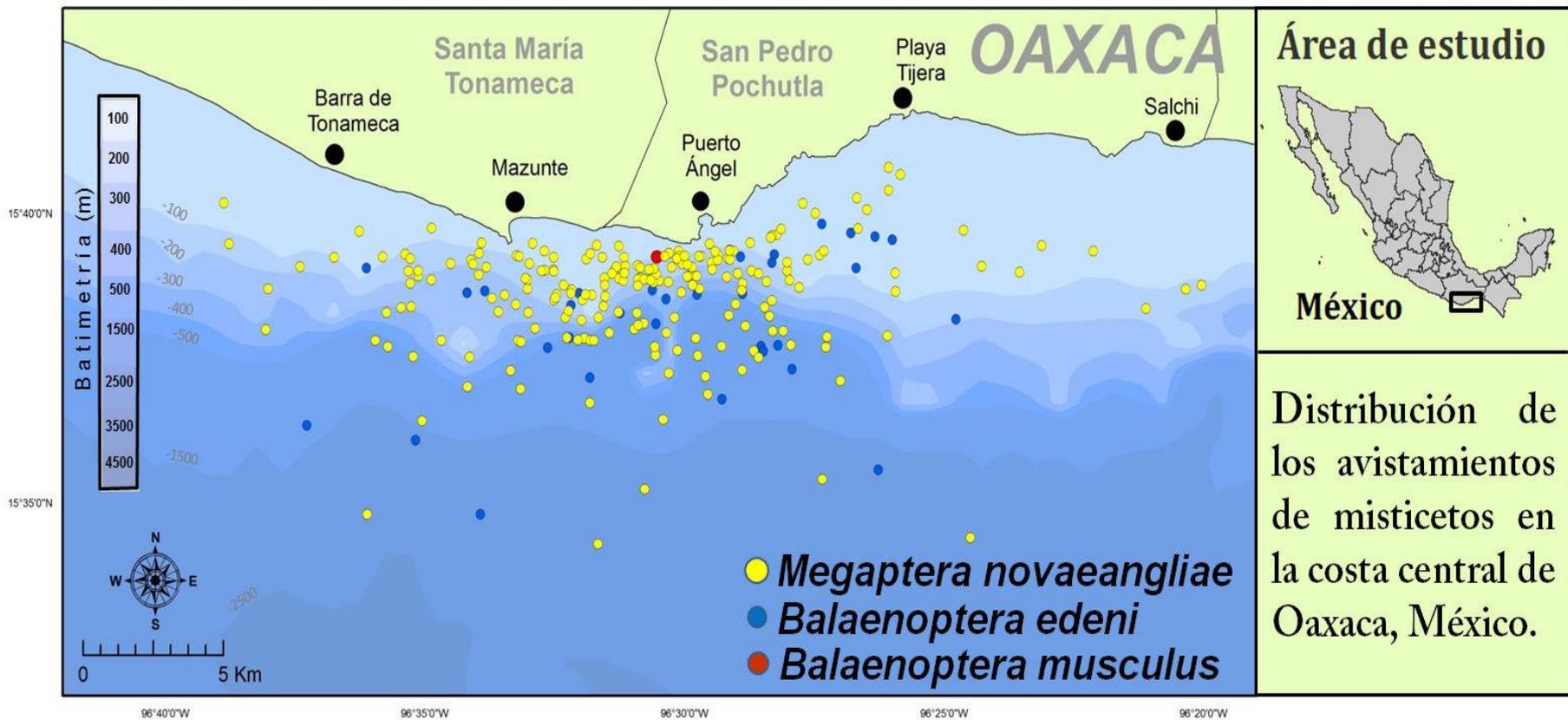


Figura 13. Batimetría de misticetos durante cuatro temporadas 2012-2016 en la CCO.

VIII. DISCUSIÓN

En la zona comprendida entre los municipios de Santa María Tonameca, San Pedro Pochutla y Santa María Huatulco en la costa de Oaxaca, se han registrado tres especies de mysticetos *M. novaeangliae* (Urbán y Aguayo, 1987) *B. musculus* (Lira-Torres, 2007) y *B. edeni* (Villegas-Zurita *et al.*, 2016), todas reportadas en el presente trabajo y con distribuciones similares a las observadas por otros autores (Medrano *et al.*, 2003; Lira-Torres, 2007; Castillejos-Moguel, 2013; Lozano, 2015). De las especies presentes en la zona de estudio, una migra durante la temporada seca (*M. novaeangliae*), una tiene un patrón de ocurrencia temporal en la temporada seca solo entre los meses de enero a abril (*B. edeni*) y una es una especie rara (*B. musculus*).

Para el caso de *M. novaeangliae*, Salinas y Ladrón de Guevara (1993); y Medrano *et al.* (2007) mencionan que es una especie migratoria que va hacia las zonas de congregación en La Paz, B.C.S., debido a que es una especie que migra hacia sus zonas de congregación y en México ocurre en los meses de noviembre a abril, lo cual coincide con los resultados de este estudio, ya que año con año visitan la CCO, utilizan las costas como zona de tránsito como lo demuestran otros estudios de Castillejos-Moguel (2013) menciona en su trabajo, que para *M. novaeangliae* la ocurrencia espacial mostró una mayor frecuencia en zonas cercanas a la costa (86.11%, n=31), y en zonas donde la profundidad es menor a los 100 m (80%, n=29), los registros del presente trabajo confirman que *M. novaeangliae* prefiere zonas cercanas a la costa, menor a los 10 km (99.15%, n=234) y poco profundas, menor a los 100 m (99.16%, n=235). También se les ha visto alimentándose en la zona, cuando encuentran alimento a su paso, como lo menciona Villegas-Zurita y Castillejos-Moguel (2013) que documentan el primer registro de alimentación oportunista de ballena jorobada durante su migración. La alimentación de esta especie durante el invierno ocurre de forma oportunista y en México se ha registrado en aguas adyacentes a Baja California Sur y frente a las costas de Nayarit, alimentándose del eufásido (*Nyctiphanes simplex*) en el Golfo de California (Gendron y Urban, 1993; Medrano y Urbán, 2002).

Para *B. edeni* se conocen al menos tres poblaciones morfológica y genéticamente distintas (Kato y Perrin, 2009). Se ha propuesto la existencia de dos poblaciones distintas en el Golfo de California, una residente y otra que migra desde fuera del Golfo (Dizon *et al.*, 1995), actualmente se desconocen migraciones extensivas, aunque se han reportado movimientos importantes posiblemente en respuesta a condiciones ambientales cambiantes y de disponibilidad de alimento, como por ejemplo durante el fenómeno del niño en el Golfo de California (Jefferson *et al.*, 2008). Sin embargo, es posible que pueda ser una población proveniente de Centroamérica y que realice movimientos entre esa zona y el Pacífico sur mexicano, pero no existen evidencias o información hasta ahora que puedan respaldarlo. Este trabajo es el primero que se realiza en la CCO sobre abundancia y distribución de *B. edeni*, por lo que no hay otros estudios en la CCO con los cuales compararlo. Para el caso de *M. novaeangliae*, al compararlo con otros trabajos se obtuvieron resultados similares, ya que se encontró que prefieren zonas cercanas a la costa, menor a los 10 km (85.71%, n=35) y profundidades menores a los 100 m (100%), aunque mostraron un límite mínimo de 1 km que contrasta con *M. novaeangliae* que su límite mínimo son los 0.5 km o quizás menos (Castillejos-Moguel, 2013).

Salvadeo *et al.*, 2011 explica que el rorcual tropical en bahía de La Paz no tiene un patrón de ocurrencia estacional bien definido, sin embargo, un mayor número de ballenas se registró consistentemente durante condiciones de La Niña, cuando la población de sardinas se encuentra distribuida más al sur dentro del Golfo, y muy pocos rorcuales se registraron durante condiciones neutrales y de El Niño. Diferente a lo encontrado en el presente trabajo, ya que en condiciones de año Niño (2015-2016), fue cuando se encontró un mayor número de ballenas de esta especie (APUE=0.014 avistamientos/kilometro) en la CCO, la APUE alta durante este periodo y temporada pudo deberse a la posible abundancia de alimento en la zona debido a que varios de los avistamientos se encontraron en zonas donde había peces, de los cuales las ballenas se estaban alimentando, y otros solo de tránsito. Pudiendo ser que, debido a la gran abundancia de peces en la zona, la especie considera a la CCO como un sitio o una zona de alimentación, ya que la CCO tiene una alta abundancia en alimento en la zona, por lo que es posible que esto atrajo a esta especie en condición de año Niño,

cuando las aguas son más cálidas. A pesar de que el rorcual tropical se ha avistado en la zona, lo que coincide con la distribución observada en esta investigación, los registros son escasos para la CCO por lo que no se cuenta con información sobre el uso que le dan al área.

Para el caso de *B. musculus*, año con año visitan la zona del Golfo de California con fines de reproducción, aunque también utilizan la zona para alimentarse (Gendron, 1990; Gendron y Urbán, 1993; Vidal *et al.*, 1993; Rice, 1998). Leatherwood *et al.* (1982) reportan la presencia de la ballena azul en el Golfo de California y particularmente en la Bahía de Loreto. Por lo que es probable que la presencia de este organismo se deba a un avistamiento esporádico de algún organismo que se encontraba viajando, lo anterior a que el único registro que se tiene sobre esta especie en la CCO es por parte de Lira-Torres (2007) a partir de un varamiento en el Municipio de Colotepec. Por lo que realizar una conclusión basándose en un organismo sería inconsistente, ya que es un número de muestra muy bajo para llevar a cabo un análisis más a fondo. Es posible que *B. musculus* en la CCO prefiera zonas muy profundas u oceánicas y por lo tanto alejadas de la costa, por lo cual los individuos de esta especie sean poco frecuentes o raros cerca de la costa.

El presente trabajo representa el primer estudio sobre la abundancia relativa de misticetos en el Pacífico Sur mexicano, y el segundo estudio sobre abundancia relativa de ballena jorobada, ya que el primer estudio fue realizado por Castillejos-Moguel (2013) pero reportando solo una temporada 2011-2012, por lo cual sólo puede ser comparado con ese trabajo y con otras áreas de reproducción del Pacífico Norte.

Se puede observar que, en el presente estudio, la cuarta temporada 2015-2016 fue la que presentó la mayor abundancia de misticetos en general, esto se puede deber a que en esta temporada se registró el mayor número de rorcual tropical (43 individuos) así como la abundancia relativa más alta de la especie (0.204 ind/km), siendo también esta temporada la que presentó el único avistamiento de ballena azul y el segundo registro para la CCO. Al comparar la CCO con áreas de reproducción del Pacífico mexicano, como son la Península de Baja California y Bahía de Banderas que representan importantes destinos invernales de congregación del Pacífico Norte

(Urban 1999; Gonzales 2011; Zepeda 2011) los misticetos reportados por distancia recorrida ($APUE_{km}=0.192$ individuos/km) y horas de navegación ($APUE_h=1.91$ individuos/h) presentan una menor magnitud. Comparando las cuatro temporadas en relación con el trabajo presentado por Catillejos-Moguel (2013) y comparando únicamente las ballenas jorobadas, presentaron una abundancia relativa similar a las cuatro temporadas ($APUE_{KM}=0.04$ individuos/km y 0.05 individuos/km).

El entendimiento sobre las tendencias de abundancia de las especies y sus poblaciones permite evaluar el impacto de las amenazas que pueden afectar a la población y determinar el estado de conservación, lo cual es un paso necesario en el establecimiento de medidas eficaces de conservación (Gómez de Segura *et al.*, 2007). La información relacionada a la abundancia también aporta elementos que permiten determinar si el área está siendo usada por las especies, si hay cambios a través del tiempo y qué factores ambientales son los que influyen tanto en tipo de uso como en número. Por otra parte, hay que tener en cuenta que la variabilidad ambiental puede ocasionar sesgos en la distribución de cetartiodactylos, y con ellos las estimaciones de la abundancia pueden basarse en una proporción de la población diferente cada vez que son estimadas, lo que puede complicar la interpretación de las tendencias de la abundancia (Forney, 2000).

En este trabajo la ocurrencia espacial mostró que los misticetos prefieren zonas cercanas a la costa, similar a lo reportado en otras áreas del Pacífico mexicano, especialmente para ballena jorobada (Ladrón de Guevara, 1995; Salinas, 2000), y varios autores mencionan que la distribución espacial y temporal de las ballenas jorobadas en el Pacífico de México varía en función de los efectos del ciclo El Niño/La Niña sobre la temperatura superficial del agua. Además, ocurren cambios menores de distribución en un mismo invierno que derivan de los efectos de competencia sexual sobre movimientos de dispersión (Rice, 1974; Johnson y Wolman, 1984; Darling y McSweeney, 1985; Alvarez Flores, 1987; Urbán y Aguayo, 1987; Salinas Zacarías y Bourillón Moreno, 1988; Campos Ramos, 1989; ; Ladrón de Guevara *et al.*, 1991; Steiger *et al.*, 1991; Tershy *et al.*, 1991; Campos Ramos y Aguayo Lobo, 1993; Gendron y Urbán, 1993; Ladrón de Guevara, 1995; Salinas Vargas, 2000; Medrano-González *et al.*, 2001; Porras, 2001; Urbán Ramírez, 2001). Por esto se puede asumir

que las zonas cercanas a la costa pueden servir en el caso de ballena jorobada, como áreas de apareamiento, debido a que hay una fuerte competencia entre los machos por la búsqueda y monopolización de hembras con las cuales aparearse como lo menciona Medrano, L. y Urbán R. (2002) durante el invierno las ballenas casi no se alimentan, pero si estas encuentran fuentes de alimento, ocurre de forma oportunista, como lo reportado por Villegas-Zurita y Castillejos-Moguel (2013) y en México se ha registrado en aguas adyacentes a Baja California Sur y frente a las costas de Nayarit (Medrano, L. y Urbán R., 2002), así como áreas de refugio para las ballenas con crías, ya que estas durante su migración dan a luz y cuidan a sus críos prefiriendo zonas cercanas a la costa para su protección, contra depredadores o incluso ante los cambios en el tiempo (Medrano-González *et al.*, 2001) observándose esto durante el presente trabajo.

El rorcual tropical por lo observado en este trabajo puede asumirse que su presencia en la CCO, sea debido a la abundancia de alimento en la zona. Su presencia en el área costera de Oaxaca puede estar asociada con las características oceanográficas y la alta productividad que prevalecen en el Golfo de Tehuantepec, que definen esta región como un centro de alta actividad biológica (Ortega-García *et al.*, 2000), se ha sugerido que la aparición y el desplazamiento de este rorcual están influenciados por la disponibilidad de presas (Villegas-Zurita *et al.*, 2016), mientras que Salvadeo *et al.* (2007) mencionan que, en el Golfo de California, se ha observado un mayor número de rorcuales en las condiciones frías de La Niña que facilitan la migración de las sardinias hacia el Golfo. Diferente a lo encontrado en el presente trabajo, ya que se observó una mayor presencia de rorcuales en condiciones de año Niño (2015- 2016). Debido a que no existen estudios previos en la CCO sobre la abundancia y distribución de la especie, este trabajo es el primero sobre abundancia y distribución en la CCO.

Con base en lo mencionado, en la CCO las especies estudiadas se distribuyen en zonas cercanas a la costa y poco profundas.

IX. CONCLUSIONES

- Se registraron tres especies de misticetos en la CCO, con un total de 491 individuos en 273 avistamientos, de los cuales 437 individuos fueron de *M. novaeangliae*, 53 individuos de *B. edeni* y un solo individuo de *B. musculus*.
- La especie que presentó mayor abundancia relativa fue *M. novaeangliae* (APUE=0.0467 individuos/km), seguida de *B. edeni* (APUE=0.0056 individuos/km) y *B. musculus* (APUE=0.0001 individuos/km).
- Para *M. novaeangliae* se confirma que en el periodo octubre- abril, al final de la temporada de lluvias y durante la temporada seca está presente en la zona y las mayores abundancias relativas se registraron en enero y febrero. En el caso de *B. edeni* se registra por primera vez que está presente entre los meses de enero-abril en época de seca, con la mayor abundancia relativa en marzo.
- En la CCO *M. novaeangliae* tiene una mayor frecuencia de avistamientos en áreas cercanas a la costa (menor a los 2 km), y a profundidades entre los 100 y 300 m, en tanto, *B. edeni* tiene una mayor frecuencia de avistamiento en áreas relativamente más lejanas entre 1 y 4 km, y a profundidades mayores a 500 m.
- *B. musculus* presentó solo un avistamiento durante el periodo de estudio, lo cual indica que es posible que su distribución en la CCO sea en áreas muy profundas y oceánicas alejadas de la costa, por lo que su avistamiento en la zona costera puede considerarse atípico.

X. PROPUESTAS Y RECOMENDACIONES

- El conocimiento generado sobre *B. edeni* en este trabajo muestra por primera vez su tendencia de abundancia y distribución, sin embargo, no es suficiente, por lo que es necesario realizar mayores esfuerzos de investigación de largo plazo, que permitan identificar cambios en la tendencia en la abundancia para la zona. Continuar con el esfuerzo de investigación de estas especies, aplicándolo a la búsqueda, ampliando el área de muestreo y específicamente de foto-identificación para *B. edeni*, con el propósito de conocer más sobre la especie por su paso por el Pacífico Sur mexicano y sus posibles conexiones con áreas del Pacífico centroamericano.
- Debido a que *B. edeni* se encuentra en la temporada de observación de ballenas jorobadas en la zona, es posible que dicha especie sea susceptible de aprovechamiento no extractivo por parte de los prestadores de servicio turístico, por tanto, se debe realizar estudios tendientes a este rubro, que permitan desarrollar mejores estrategias y conservación local. Como se ha hecho con *M. novaeangliae* con prestadores de servicios turísticos en la zona de estudio.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

Aguayo-Lobo, A., Gaona, S., López-Ortega, G. y Salinas-Zacarías, M. 1990. Mamíferos marinos dulceacuícolas, semiacuáticos y con tendencia al agua. In Atlas Nacional de México. Tomo II, sección IV. Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F. p. 8-9.

Alvarez, F. P. y Cuesta Lopez A. E. 2003. Zoología aplicada. Ediciones Diaz de Santos, S. A. Madrid. España. 488 pp.

Brennan, M. J., Cobb III, H. D., & Knabb, R. D. (2009). Observation of Gulf of Tehuantepec Gap Wind Events from QuikSCAT: An Updated Event Climatology and Operational Model Evaluation. National Hurricane Center NOAA. Recuperado el 4 de noviembre de 2016 Obtenido de http://www.nhc.noaa.gov/pdf/WAF_mb_hc_rk_201004.pdf

Casinos, A. y Vericad, J. R. 1976. The cetaceans of the Spanish coasts: a survey. *Mammalia*, 40 (2): 267-289.

Carwardine, N. 2002. Whales, dolphins and porpoises. Second editon, Dorling Kindersley. New York, U. S. A.

Castaneira Yee Ben, A. (2008). El Paso Mareño: La interacción huave en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca. (Posclásico Moderno). FAMSI Fundacion para el avance de los estudios Mesoamericanos. Recuperado el 10 de Octubre de 2017, Obtenido de <http://www.famsi.org/reports/06061es/index.html>

Castillejos-Moguel, F. 2013. Caracterización de la migración e identificación de individuos de *M. novaeangliae*, Borowski 1781 (Cetartiodactyla: Balaenopteridae) en la Costa Central de Oaxaca, durante la temporada invernal 2011-2012. Universidad del mar, campus puerto ángel. Tesis de licenciatura.

Dizón, A. E., Lux, C. A, LeDuc, R. G., Urbán, J. R., Henshaw, M. y Brownell, R. L. 1995. An interim phylogenetic analysis of Sei and Brydes whale mitochondrial DNA control region sequences. Research Gate. SC/47/NP/23.

DOF. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-131-SEMARNAT-2010, Que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat. Consultado el 10 de Agosto de 2017. En http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5214459&fecha=17/10/2011. Forney, K. A. 2000. [Environmental Models of Cetaceans Abundance: Reducing Uncertainty in Population Trends. Conservation Biology. 14: 1271-1286 pp.](#)

Gallegos García, A., & Barberán Falcon, J. (1998). Surgencia Eólica. En M. T. García, El Golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos. (págs. 27-34). Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa.

García-Grajales, Gendron, D. 1990. Relación entre la abundancia de eufáusidos y de ballenas azules (*B. musculus*) en el Golfo de California. Tesis de maestría, Cicimar, Instituto Politécnico Nacional, La Paz. 64 pp.

Gendron, L. D. y Urbán, R. J. 1993. Evidence of feeding by humpback whales (*M. novaeangliae*) in the Baja California breeding ground, Mexico. Marine Mammal Science. (1): 76-81 pp.

González, G. D. 2011. Diagnósis de la observancia de la NOM-131-SEMARNAT 1998 durante la temporada invernal 2010 de ballenas jorobadas (*M. novaeangliae*, Borowski 1781) en la Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. 91 pp.

Gómez de Segura, A., Hammond, P. S., Cañadas, A. y Raga, J. A. 2007. Comparing cetacean abundance estimates derived from spatial models and design-based line transect methods. Marine Ecology Progress Series. 329:289-299 pp.

Guerrero, R.M., Urbán, J. R., Rojas, L. B. 2006. Las Ballenas del Golfo de California. Instituto Nacional de Ecología. INE-SEMARNAT. México 524pp.

Jefferson, T.A., Webber, M.A. & Pitman, R.L. 2008. Marine Mammals of the World, a comprehensive guide to their identification. Academic Press. 573p.

Jefferson T. A., Webber M. A., Pitman R. L. 2015. Marine Mammal of the World. 2da edición. Editorial Elsevier. Londres. Inglaterra. 616 pp.

Kato, H. & Perrin, W.F. 2009. Bryde's whales *Balaenoptera edeni/brydei*. Pp. 158-163. En: W.F. Perrin, B. Würsig & J.G.M. Thewissen (Eds). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. Second Edition.

Krebs, J. 1985. Ecología: Estudio de la distribución y abundancia. Harla. 2a ed. México, D.F., México. 753 pp.

Lara-Lara, J.R., Millán-Núñez, R. y Bazán-Guzmán, C. 2003. Producción primaria del fitoplancton en el Pacífico mexicano (1992-2000), en M.T.

Leatherwood, S., R.R. Reeves, F.W. Perrin y E.W. Evans. 1988. Ballenas, delfines y marsopas del pacífico nororiental y de las aguas árticas adyacentes. Comisión interamericana del atún tropical. 245 pp.

Ley General de Vida Silvestre. 2017. SEMARNAT. Consultado el 8 de febrero de 2017. En http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_191216.pdf.

Loustalot R. P. 2016. Abundancia relativa, Distribución espacio-temporal y preferencias de hábitat de la ballena jorobada (*M. novaeangliae*) en Los Cabos, B.C.S., México, de 2004 a 2011 Universidad Nacional Autónoma de México. Tesis de Maestría.

Medrano González, L. y Urbán Ramírez, J. 2002. La ballena jorobada (*M. novaeangliae*) en la Norma Oficial Mexicana 059-ECOL- 2000. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias. Informe final SNIBCONABIO proyecto No. W024. México D. F.

Medrano González, L., Peters Recagno E., Vázquez Cuevas M. J. y Rosales Nanduca H. 2007. Los mamíferos marinos ante el cambio ambiental en el Pacífico Tropical Mexicano. CONABIO. Biodiversitas 75:8-1

Meraz, J. y Sánchez-Díaz, V. M. (2008). Los mamíferos marinos en la costa central de Oaxaca. Revista mexicana de biodiversidad, 79(1), 143-151. Recuperado en 03 de febrero de 2017, de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187034532008000100011&lng=es&tlng=es.

Mora-Benavides J. M. 2000. Los mamíferos silvestres de Costa Rica. Editorial EUNED. Costa Rica. 220 pp.

Ortega-García, S., Trigeros-Saimerón, J. A., Rodríguez-Sánchez, R., Lluch-Cota, S., and H. Villalobos. 2000. El Golfo de Tehuantepec como un centro de Actividad Biológica y su importancia en las pesquerías. Pp. 335-356 in, BAC: Centro de Actividades Biológicas del Pacífico Mexicano (Lluch-Belda D., J. Elorduy-Garay S. Lluch-Cota y G. Ponce-Díaz, eds.) CIBNOR, CICIMAR, CONACYT. La Paz, México.

Padilla A. F. y Cuesta-López A. E. 2003. Zoología aplicada. Editorial Díaz de Santos. España. 488 pp.

Perrin W. F., Wursig B., Thewissen J. G. M. 2000. Encyclopedia of marine mammals. Editorial Elsevier. 2da. Edición. 1295 pp.

Reeves, R. R., B. D. Smith, E. A. Crespo y G. Notarbartolo di Sciara. 2003. 2002-2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans Dolphins, Whales and Porpoises. IUCN/SSC Cetacean Specialist Group. Gland, Suza y Cambridge. 139 pp.

Reeves, R., Stewart, B., Clapham, P., & Powell, J. (2002). Guide to Marine Mammals of the world. New York: Alfred A. Knopf, Inc.

Rice, D. W. 1998. Marine Mammals of the World. Systematics and Distributions. Special Publication No. 4. The Society of Marine Mammalogy. 231 pp.

Salinas, M y P. Ladron de Guevara. 1993. Riqueza y diversidad de los mamíferos marinos. CIENCIAS 7:85-93.

Salvadeo, Ch.J., S. Flores-Ramírez, A. Gómez-Gallardo U., D. Lluch-Belda, S. JaimeSchinkel y J. Urbán-Ramírez. 2011. El rorcual de Bryde (*B. edeni*) en el suroeste del Golfo de California: su relación con la variabilidad del ENOS y disponibilidad de presas. Ciencias Marinas. 37: 215-225 pp.

Scammon C. M. 1874. MARINE MAMMALS OF THE North-western Coast of North America. San Francisco. New York. 313 pp.

Torres I.L. 2006. Nuevo registro de *B. musculus*. Linnaeus, 1758 (mysticeti: balaenopteridae) para la costa de Oaxaca, Mexico.

Torres, A.; Esquivel, C.; Ceballos, G. 1995. Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México. UNAM. México, D.F. Revista Mexicana de Mastozoología 1:22-43

Urbán, R. J. y A. L. Aguayo. 1987. Spatial and seasonal distribution of the Humpback whale, *M. novaeangliae*, in the Mexican Pacific. Mar. Mamm. Sci. 3:333- 344 pp.

Urbán, R. J. 1999. La ballena jorobada, *M. 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. 38pp.

Vázquez, Lozano M. J. 2015. Composición y abundancia de cetáceos de la porción central de Oaxaca, Mexico. Tesis de licenciatura.

Vidal, O. L. T. Findley y S. Leatherwood. 1993. Annotated Checklist of the Marine Mammals of the Gulf of California. Proceedings of the San Diego Society of Natural History. 28: 9-10 pp.

Villegas-Zurita, Francisco, y Castillejos-Moguel, Fátima. (2011). Primer registro de *Delphinus delphis* (Mammalia: Cetartiodactyla) en la costa de Oaxaca, México. Revista Ciencia y Mar, XV (44): 35-39.

Villegas-Zurita, Francisco, y Castillejos-Moguel, Fátima. (2013). Primer registro de alimentación oportunista de ballena jorobada (*M. novaeangliae*) en la costa de Oaxaca, México. *Therya*, 4(1), 113-119.

Villegas-Zurita, Francisco. Primer registro de *Steno bredanensis* (Cetartiodactyla: Delphinidae) en la costa de Oaxaca, México. 2015, vol.6, n.2, pp.483-488.

Francisco Villegas-Zurita, Fátima Castillejos-Moguel, Fernando R. Elorriaga-Verplancken, Southernmost presence of the Guadalupe fur seal (*Arctocephalus townsendi*) in the Mexican South Pacific, *Revista Mexicana de Biodiversidad*, Volume 86, Issue 4, 2015, Pages 1107-1109.

Villegas-Zurita, Francisco; Castillejos-Moguel, Fátima; Benitez-Villalobos, Francisco y Urban-Ramirez, Jorge. Alpha diversity of marine mammals of the Mexican South Pacific. *Rev. Mex. Biodiv.* 2018, vol.89, n.3 pp.898-909.

Zepeda, R.M. 2011. Tendencia poblacional, patrones de coloración y fidelidad de la ballena jorobada, *M. novaeangliae* (Borowski 1781) en la Bahía de Banderas, México durante las temporadas invernales 1996-2007. Tesis de Licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca. 47pp.

XI. ANEXOS

Anexo I. Formato de registro de misticetos en la Costa Central de Oaxaca.



FORMATO DE FOTODENTIFICACIÓN 2011-2012
CARACTERIZACIÓN DE BALLENA JOROBADA EN LA COSTA CENTRAL DE OAXACA, MÉXICO



FECHA _____ HORA DE SALIDA _____ HORA DE REGRESO _____ EMBARCACIÓN _____
VISIBILIDAD (BUENA) (REGULAR) (MALA) BEAUFORT (ESPEJO) (1) (1.5) (2) (2.5) (3) NUBES _____ % TEMPERATURA DEL AGUA _____ °C
N° PAX _____ Nombres _____
OTRO FOTOGRAFO (E-MAIL) _____ LLENÓ EL FORMATO _____

VISIBILIDAD	B R M	BEAUFORT	E 1 1.5 2 2.5 3	NUBES (%)	T AGUA (°C)	AVISTO-COLABORADOR	DIRECCIÓN N O S O	#AV	HORA	TIPO DE GRUPO	COMPORTAMIENTO	POSICIÓN (GPS)	OBSERVACIONES/BIOPSIA
										<input type="radio"/> G1 <input type="radio"/> G3 <input type="radio"/> G2 <input type="radio"/> G4 <input type="radio"/> MC <input type="radio"/> MCE <input type="radio"/> MCE+CG <input type="radio"/> CG OTRO _____	<input type="radio"/> Viajando Rápido <input type="radio"/> Saltos <input type="radio"/> Viajando Lento <input type="radio"/> Colazos <input type="radio"/> Descansando <input type="radio"/> Pectoral <input type="radio"/> Curiosas <input type="radio"/> Cantor <input type="radio"/> Erráticas <input type="radio"/> Agresivas <input type="radio"/> Evasivas <input type="radio"/> Activas En Superficie Especies asociadas: _____	INICIO _____ Punto más cercano costa _____ FIN _____ Punto más cercano costa _____	REGISTRO DE BIOPSIA CATEGORÍA DE ALETA CAUDAL
										<input type="radio"/> G1 <input type="radio"/> G3 <input type="radio"/> G2 <input type="radio"/> G4 <input type="radio"/> MC <input type="radio"/> MCE <input type="radio"/> MCE+CG <input type="radio"/> CG OTRO _____	<input type="radio"/> Viajando Rápido <input type="radio"/> Saltos <input type="radio"/> Viajando Lento <input type="radio"/> Colazos <input type="radio"/> Descansando <input type="radio"/> Pectoral <input type="radio"/> Curiosas <input type="radio"/> Cantor <input type="radio"/> Erráticas <input type="radio"/> Agresivas <input type="radio"/> Evasivas <input type="radio"/> Activas En Superficie Especies asociadas: _____	INICIO _____ Punto más cercano costa _____ FIN _____ Punto más cercano costa _____	REGISTRO DE BIOPSIA CATEGORÍA DE ALETA CAUDAL
										<input type="radio"/> G1 <input type="radio"/> G3 <input type="radio"/> G2 <input type="radio"/> G4 <input type="radio"/> MC <input type="radio"/> MCE <input type="radio"/> MCE+CG <input type="radio"/> CG OTRO _____	<input type="radio"/> Viajando Rápido <input type="radio"/> Saltos <input type="radio"/> Viajando Lento <input type="radio"/> Colazos <input type="radio"/> Descansando <input type="radio"/> Pectoral <input type="radio"/> Curiosas <input type="radio"/> Cantor <input type="radio"/> Erráticas <input type="radio"/> Agresivas <input type="radio"/> Evasivas <input type="radio"/> Activas En Superficie Especies asociadas: _____	INICIO _____ Punto más cercano costa _____ FIN _____ Punto más cercano costa _____	REGISTRO DE BIOPSIA CATEGORÍA DE ALETA CAUDAL

Facebook.com/OaxacaMarineMammals

castillejos_moguel@hotmail.com / fvillegasz@hotmail.com