

# Estudio preliminar sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en aguas profundas del Golfo de México

Cetaceans in deep water of Gulf of Mexico

Laura VÁZQUEZ CASTÁN, Arturo SERRANO  y José Ángel GALINDO

Laboratorio de Mamíferos Marinos, Universidad Veracruzana, Km. 7.5 Carretera Tuxpan – Tampico, Tuxpan, Veracruz, México. C. P. 92850. Fax: (783) 834 8979. E-mails: laura\_vazquez\_castan@hotmail.com, arserrano@uv.mx y jose\_angel\_galindo@yahoo.com.mx  Autor para correspondencia

Recibido: 17/12/2008

Fin de primer arbitraje: 21/04/2009

Primera revisión recibida: 04/11/2009

Aceptado: 30/12/2009

## RESUMEN

El Golfo de México es uno de los cuerpos de agua más productivos del mundo a nivel ecológico y económico. A pesar que sus aguas albergan uno de los ecosistemas más espectaculares y con mayor diversidad biológica de la Tierra existe poca información al respecto. El objetivo de este trabajo fue estudiar la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en la región Norte del Golfo de México, comprendida entre los 22° 56' N, 95° 51' W y los 19° 06' N, 95° 16' W. El área de estudio se extiende desde la frontera con Estados Unidos de América hasta Alvarado, Veracruz. Se realizaron transectos lineales y sistemáticos a bordo de un crucero entre el 19 de febrero al 22 de abril del 2008, representando un esfuerzo total de navegación de 756 h. Se estimó la diversidad del área empleando el Índice de Diversidad de Margalef y la abundancia absoluta y la posición geográfica de los individuos avistados, la profundidad, la visibilidad y el estado del mar. Se avistaron 5 especies: tonina ó delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), falsa orca (*Pseudorca crassidens*), delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), delfín moteado del atlántico (*Stenella frontalis*) y delfín de clymene (*Stenella clymene*). La diversidad de cetáceos estimada fue de 0,870, la abundancia para toda el área de estudio fue de 12084 (CV = 65,21%), la densidad fue de 0,619 cetáceos/km<sup>2</sup> (CV = 65,21%) y la densidad de grupos fue de 0,210 cetáceos/km<sup>2</sup> (CV = 51,71%). Los cetáceos registrados se distribuyen en profundidades que van de los 300 a los 3000 metros. Las cinco especies de mamíferos marinos avistadas representan el 18% de las especies reportadas en la zona exclusiva de los Estados Unidos del Golfo de México.

**Palabras clave:** Diversidad, distribución, abundancia, mamíferos marinos, cetáceos, Veracruz, Golfo de México

## ABSTRACT

The Gulf of Mexico is one of the most productive bodies of water in the World at an ecological and economic level. Its waters harbor spectacular ecosystems, and one of the greatest biological diversity on earth, but there is a lack of information in Mexican waters. Consequently, the objective of this study was to investigate the diversity, distribution and relative abundance of marine mammals in the Northern Region of the Gulf of Mexico. The study area lies between the parallels 25° 40' N, 95° 03' W and 19° 06' N, 95° 16' W. This area was from the border with the United States down to Alvarado, Veracruz State, Mexico. An oceanographic ship was used to carry on line transects that covered the entire study area. The diversity was estimated using the Margalef Diversity Index and the abundance was estimated using the Distance Sampling methodology. The distribution was determine registering the observed animals position using a GPS, and the relative abundance was estimated by the total animals observed divided by the total search effort. Six cetacean species were observed: Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), false killer whales (*Pseudorca crassidens*), Risso's dolphins (*Steno bredanensis*), Spotted dolphins (*Stenella frontalis*), and unidentified species of dolphin. The estimated marine mammal diversity was 0.870 for the entire study area according to the Margalef Index. The abundance for the entire study area was 12084 (CV = 65.21), density was 0.619 cetaceans/km<sup>2</sup> (CV = 65.21), and group density was 0.210 cetaceans/km<sup>2</sup> (CV = 51.71%). The observed cetaceans were found in waters depths that ranged from 300 m to 3000. The relative abundance for was 0.12 cetacean/hr for all the study area. The five cetacean species identified represent 18% of the reported species for the U.S. waters in the Gulf of Mexico, thus, our study area is high in marine mammal diversity.

**Key words:** Diversity, distribution, abundance, marine mammals, cetaceans, Veracruz, Gulf of Mexico.

## INTRODUCCIÓN

En general, el hábitat y los movimientos de los mamíferos marinos están determinados por la

abundancia y distribución del alimento, apareamiento y crianza, entre otros (Ward y Moscrop, 1999; Ortega-Ortiz *et al.*, 2004). También se encuentran influenciados por factores ambientales como

profundidad del agua, topografía del fondo, distancia a la costa, velocidad de la corriente, profundidad de la termoclina, temperatura, claridad del agua, demanda alimentaria y salinidad (Bräger *et al.* 2003; Vázquez-Castán *et al.* 2007).

Los mamíferos marinos son parte integral de la fauna marina y costera de las aguas tropicales y subtropicales del Mar Caribe y del Golfo de México; su rol como depredadores tope de la cadena alimenticia los convierten en indicadores de lo que sucede en eslabones inferiores (Ortega-Ortiz, *et al.* 2004). Este grupo de mamíferos ha colonizado un amplio rango de hábitats, desde los grandes ríos y zonas costeras hasta las profundidades oceánicas. En el Golfo de México se han registrado 28 especies de Cetáceos, una especie del orden Sirenia y la única especie del orden carnívora la foca monje del caribe (*Monachus tropicalis*) fue extinta a finales del siglo pasado debido a la cacería por los habitantes de la región (Jefferson y Schiro, 1997; Würsig *et al.* 2000; Serrano, 2002; Ortega-Ortiz *et al.* 2004).

En esta zona la mayoría de los cetáceos habitan aguas oceánicas con profundidades mayores a los 200 m. Solo tres especies habitan normalmente la región nerítica sobre la plataforma continental: la tonina (*Tursiops truncatus*), el delfín moteado del Atlántico (*Stenella frontalis*) y el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) (Jefferson y Schiro, 1997; Würsig *et al.*, 2000; Vázquez-Castán *et al.*, 2007).

Particularmente en el estado de Veracruz se han reportado tanto avistamientos como varamientos. Entre Julio de 1993 y Junio de 1994 se reportaron 21 cetáceos varados en costas de Veracruz: dos cachalotes (*Physeter macrocephalus*), dos cachalotes pigmeos (*Kogia breviceps*) en Tecolutla, 14 delfines nariz de botella (*T. truncatus*), un delfín moteado del Atlántico (*S. frontalis*), una ballena del género *Balenoptera* (no identificada) y un organismo de la familia *Delphinidae* (Ortega-Argueta *et al.*, 2005). Por otra parte, entre 1995 y 1996 se encontraron los restos de un cachalote enano (*Kogia simus*), un cachalote pigmeo (*K. breviceps*) y una orca pigmea (*Feresa attenuata*) (Delgado-Estrella y Villa, 1998). A pesar de ser un grupo representativo de la fauna marina del Golfo de México, son pocos los estudios realizados. En tal sentido, la presente investigación tuvo como objetivo principal estudiar preliminarmente la diversidad, distribución y

abundancia de cetáceos en la región Norte del Golfo de México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas 22° 56' N, 95° 51' W y los 19° 06' N, 95° 16' W y entre los 300 y 3000 metros de profundidad. Se extiende desde la frontera con Estados Unidos de América hasta las aguas frente al Puerto de Alvarado, Veracruz (Figura 1).

### Avistamientos

Los muestreos se realizaron por medio de transectos lineales sistemáticos sobre el área de estudio cubriendo ésta en su totalidad, éstos se hicieron diariamente de 6 de la mañana a 6 de la tarde durante el periodo del 19 de febrero al 22 de abril de 2008, durante los muestreos se realizaron observaciones con binoculares marca Konus de 20x50, a fin de determinar la presencia de grupos de mamíferos marinos.

Se tomaron fotografías con una cámara digital marca Canon, modelo EOS Rebel Digital, usando un lente marca Canon, modelo EF 100-400mm Ultrasonic Image Stabilizer, con el fin de tener registro fotográfico de las especies observadas.

### Aspectos físicos

Una vez avistados, se llenaron fichas previamente diseñadas, cubriendo aspectos como fecha, hora de avistamiento, posición geográfica (determinada con el GPS marca Garmin modelo Etrex precisión  $\pm 3$  m), visibilidad en kilómetros, luminosidad, profundidad (con la ecosonda del buque) y estado del mar en la escala de Beaufort.

### Análisis de datos

#### Diversidad

Se usó el índice de diversidad de Margalef debido a que es el que más se acopla a la investigación por el número de parámetros que se toman.

$$DMg = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Este índice transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos  $S = k\sqrt{N}$  donde  $k$  es constante (Magurran, 1988). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida. Usando  $S - 1$  en lugar de  $S$ , da  $DMg = 0$  cuando hay una sola especie (Moreno, 2001).

### Distribución

Para obtener la distribución espacial de los organismos se utilizaron los datos tomados con el GPS de cada avistamiento, y estos avistamientos se

mapearon con el programa ArcView 9.2. Lo anterior permite conocer las zonas dentro del área de estudio que tiene una mayor presencia de organismos.

### Abundancia

Los datos de abundancia se procesaron en el programa Distance versión 6.0 (Thomas, *et al.* 2006) usando el modelo Half-Normal/Polynomial el cual es el que se ajusta mejor a nuestros datos (Figura 2).

## RESULTADOS

Durante el período de muestreo se llevó a cabo un esfuerzo de búsqueda de 756 horas, se hicieron 30 transectos y se recorrieron 706,72 Km. En

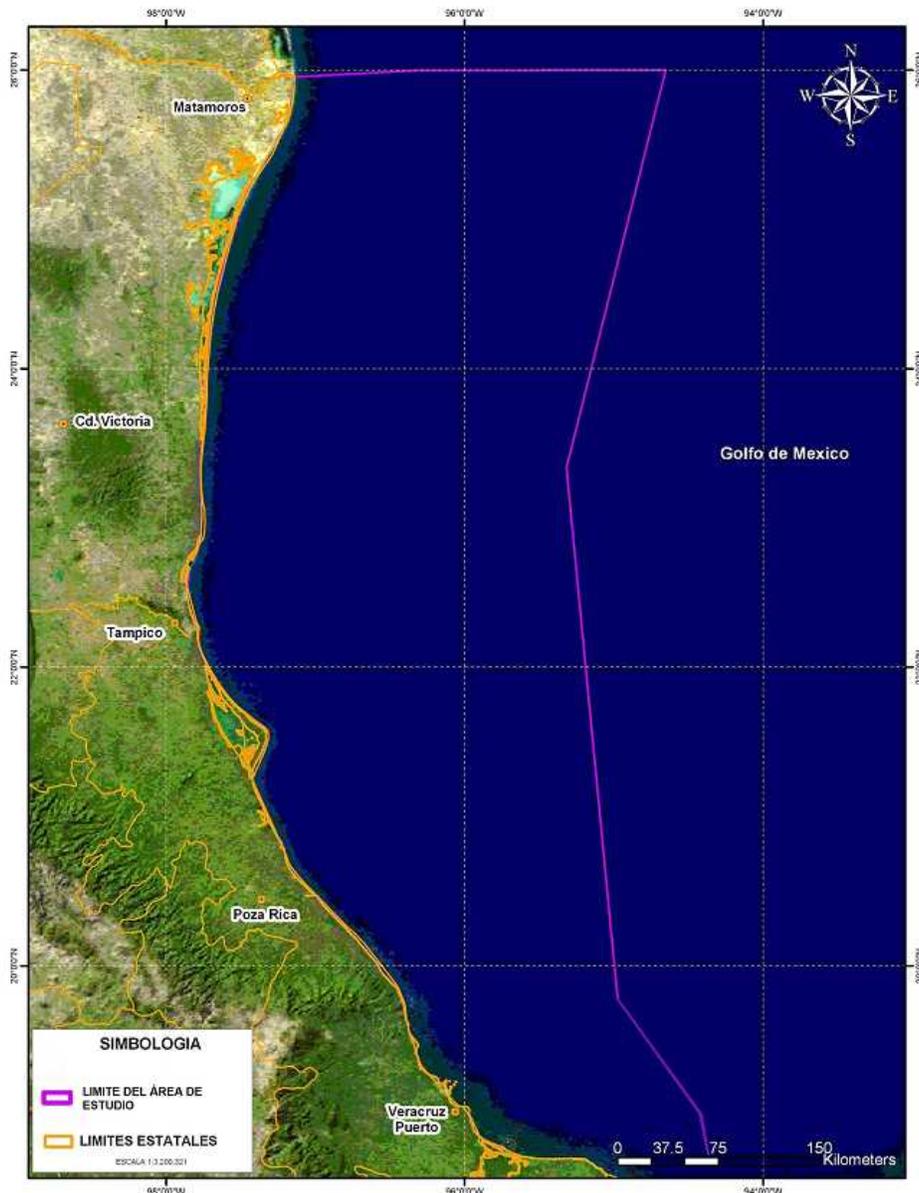


Figura 1. Localización Geográfica del Área de Estudio.

este estudio se observaron cinco especies de mamíferos marinos pertenecientes a la familia Delphinidae. Las especies observadas fueron las siguientes: tonina (*Tursiops truncatus*), delfín moteado del atlántico (*Stenella frontalis*), falsa orca (*Pseudorca crassidens*), delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) y delfín de clymene (*Stenella clymene*) (Cuadro 1).

**Diversidad**

La diversidad en la región estudiada es de 0,870 para toda el área de estudio según el índice de diversidad de Margalef.

**Distribución**

Con los datos de posición geográfica de las observaciones se mapearon los puntos en donde se registraron los mamíferos marinos durante el tiempo que duró el monitoreo y posicionarlos con respecto a la batimetría. Se observa que *T. truncatus* del ecotipo costero se distribuye en la zona nerítica del área de estudio, entre 0 a los 100 m de profundidad, mientras que el *T. truncatus* del ecotipo oceánico se registró en profundidades mayores a los 1.600 m. Los tamaños de grupo promedio de esta especie fueron de 8 individuos cada una respectivamente, y

aparentemente su distribución está relacionada con la profundidad.

En el caso de *P. crassidens*, *S. bredanensis* y la especie no identificada de la familia Delphinidae se registraron en profundidades que van de los 1000 a los 1800 m, sólo *S. frontalis* se observó en profundidades de 0 a 70 m, frente a costas del norte del estado de Veracruz.

**Abundancia**

Se obtuvo una abundancia total de mamíferos marinos para el área de estudio de 12084, una densidad de 0,619 cetáceos/km<sup>2</sup> y una densidad de grupo de 0,210 (Cuadro 2).

Cuadro 1. Cetáceos observados durante el periodo de monitoreo, febrero 19 - abril 22 de 2008.

Especie	Número de Grupos	Número de Organismos
<i>Tursiops truncatus</i>	2	16
<i>Stenella frontalis</i>	1	14
<i>Pseudorca crassidens</i>	1	50
<i>Steno bredanensis</i>	1	15
<i>Stenella clymene</i>	1	30
Total	6	125

Cuadro 2. Estimación de densidad y abundancia de los cetáceos según el Modelo Half-Normal/Polynomial.

Descripción	Estimación	%CV	df	95%	Intervalo de Confianza
Densidad del grupo	0,210	51,71	30,88	0,77992	0,56820
Densidad	0,610	65,21	21,16	0,17980	2,1357
Abundancia	12084	65,21	21,16	3506	41646

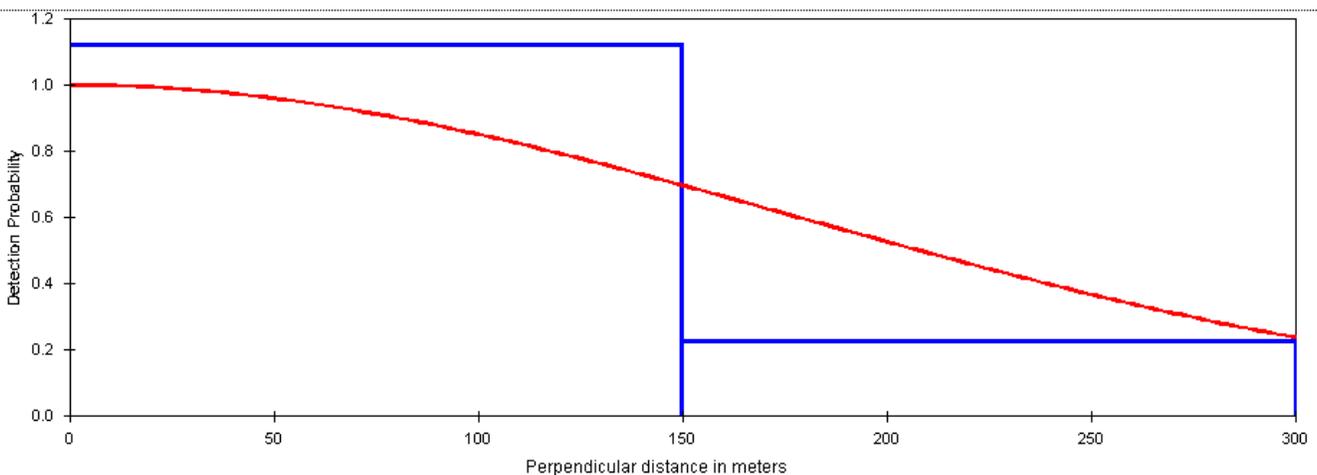


Figura 2. La curva muestra como los datos se ajustan al modelo Half-Normal/Polynomial. Es muy importante señalar que tanto para la estimación de densidad como la de abundancia el modelo considera que a mayor distancia, menos animales son detectados (Begon, 1989; Buckland *et al.* 2001).

## DISCUSION

Las cinco especies de mamíferos marinos determinados para el área en donde se realizó el estudio durante febrero-abril 2008, representan un 17,8% de las especies reportadas para el Golfo de México (28 especies de cetáceos) (Würsig *et al.* 2000 y Serrano, 2002), lo que quiere decir que es un área con diversidad de cetáceos, lo que indica que es una zona en donde se tiene que poner potencial interés en la preservación de los mamíferos marinos ya que en un futuro esta zona puede llegar a ser de exploración petrolera por la ubicación geográfica en la que se encuentra.

De las 756 horas de esfuerzo total que se efectuaron en el área de estudio se observó en dos ocasiones la especie *T. truncatus*. Las demás especies de delfines (*S. bredanensis*, *S. frontalis*, *P. crassidens* y *S. clymene*) tan sólo se observaron en una ocasión.

La distribución de *T. truncatus* se registró en zonas costeras y con influencia a la desembocadura del Río Pánuco, coincidiendo así con Baumgartner *et al.* (2001), quien argumenta que las toninas del ecotipo nerítico en el norte del Golfo de México se han observado sobre la plataforma continental hasta una profundidad de 150 m en tanto que las de tipo oceánico se observaron a profundidades de más de 1.600 m. La observación de toninas neríticas se da con mayor frecuencia en la bocanas de los ríos o de las lagunas, debido a que los delfines utilizan estas áreas como sitios de alimentación (Heckel, 1992) y aprovechan las mareas bajas para capturar su alimento. Otros factores importantes en la distribución de los mamíferos marinos en el Golfo de México son la productividad primaria y el tipo de fondo (Baumgartner, *et al.* 2001).

*S. bredanensis*, *S. clymene*, *S. frontalis* y *P. crassidens* se registraron en la zona nerítica sobre el talud continental y en profundidades de hasta 1.500 m. Se ha reportado que la mayor diversidad de mamíferos marinos se encuentra en donde termina la plataforma continental e inicia el talud continental (Biggs *et al.*, 2000; Baumgartner *et al.*, 2001; Davis *et al.*, 2002; Ortega-Ortiz, 2002).

La abundancia fue de 12084 cetáceos, ligeramente mayor a la reportada por Galindo (2007), quien registró una abundancia 10824 cetáceos en un estudio similar. La diferencia de abundancia fue posiblemente debido al tamaño del área de estudio y

al esfuerzo de muestreo, ya que el autor antes mencionado solo trabajó en la zona costera del norte de Veracruz y muestreó por un mayor número de horas.

## CONCLUSIONES

1. Se reportaron cinco especies de cetáceos durante el monitoreo de mamíferos marinos: *T. truncatus*, *S. frontalis*, *P. crassidens*, *S. bredanensis* y una especie no identificada de la familia *Delphinidae*.
2. Al encontrarse cinco de las 28 especies de cetáceos existentes en el Golfo de México en el área de estudio nos indica que ésta debe de ser una zona de interés para la preservación de los cetáceos en caso de que la zona pase a ser de exploración petrolera por su ubicación.
3. Los cetáceos se distribuyen en el ambiente marino con respecto a la profundidad y batimetría, por ejemplo, los *T. truncatus* del tipo nerítico se distribuyen mayormente en la zona costera con influencia de desembocaduras de ríos y lagunas, mientras que *T. truncatus* del tipo oceánico y el resto de las especies registradas se distribuye en aguas profundas.

## LITERATURA CITADA

- Delgado Estrella, A. and R. B. Villa. 1998. First records of dwarf sperm whale (*Kogia breviceps*), pygmy sperm whale (*Kogia simus*) and pygmy killer whale (*Feresa attenuata*) in Veracruz, Mexico. En: Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Zool. 69(1):129-134.
- Baumgartner, M. F.; K. D. Mullin, L. N. May and T. D. Leming. 2001. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. Fishery Bulletin 99:219-239.
- Biggs, D. C.; R. R. Leben and J. G. Ortega-Ortiz. 2000. Ship and satellite studies of mesoscale circulation and sperm whale habitats in the northeast Gulf of Mexico during Gulf Celt II. Gulf of Mexico Science 18:15-22.
- Bräger, S., Harraway, J. A. y Manly, B. F. J. 2003. Habitat selection in a coastal dolphin species (*Cephalorhynchus hectori*). En: Marine Biology (2003) 143: 233-244.

- Buckland, S. T.; D. Anderson, K. Burnham, J. Laake, D. Borchers and L. Thomas. 2001. Introduction to distance and sampling: estimating abundance of biological populations. Oxford University Press. Oxford, UK, 350 pp.
- Davis, R. W.; J. G. Ortega-Ortiz, C. A. Ribic, W. E. Evans, D. C. Biggs, P. H. Ressler, R. B. Cady, R. R. Leben, K. D. Mullin and B. Würsig. 2002. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers 49:121-142.
- Folkens, P.; R. Reeves, B. Stewart, P. Clapham and J. Powell. 2002. Guide to marine mammals of the world. 1a Edition. National Audubon Society. New York, U. S. A. 527 pp.
- Galindo, J. A. 2007. Diversidad, distribución y abundancia de los mamíferos marinos en la zona costera norte-centro del estado de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, México. 71 pp.
- Heckel, D. G. 1992. Foto- identificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México, (Cetácea: *Delphinidae*) Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, 164 pp.
- Jefferson, T. A. and A. J. Schiro. 1997. Distribution of cetaceans in the offshore Gulf of Mexico. Mammal Review 27:27-50. Published for the Mammal Society by Blackwell Scientific Publications, Oxford, Gran Bretaña.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey. 337pp.
- Moreno, C. E. 2001. Manual de métodos para medir la biodiversidad. Universidad Veracruzana, Xalapa, Ver. Méx. 49 pp.
- National Research Council of the National Academies. 2005. Marine Mammal Populations and Ocean Noise determining when noise causes biologically significant effects. The national academies press, Washington DC. 125p.
- Ortega-Ortiz, J. G. 2002. Multiscale analysis of cetacean distribution in the Gulf of Mexico. Ph.D. dissertation, Texas A&M University, College Station, TX. 170 pp.
- Ortega-Ortiz, J. G.; A. Delgado-Estrella y A. Ortega-Argueta. 2004. Mamíferos marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación. En: Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Caso, M., Pisanty, I. y Ecurra, E. (Eds.) Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, D. F. pp. 135-160.
- Ortega-Argueta, A.; C. E. Pérez-Sánchez, G. Gordillo-Morales, O. Gordillo, D. Pérez and H. Alafita. 2005. Cetacean strandings on the southwestern coast of the Gulf of Mexico. Gulf of Mexico Science 23(2):179-185.
- Richardson, W.J., Greene, C.R., Malme, C.I. and Thompson, D. 1995. Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego
- Serrano, A. 2002. Mamíferos Marinos en México Guía de Campo. Ed. ASBE, Xalapa, Veracruz. 53 pp.
- Vázquez-Castán, L.; A. Serrano, M. López-Ortega, J. A. Galindo, M. P. Valdéz-Arellanes and C. Naval-Ávila. 2007. Caracterización del hábitat de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) en la costa norte del estado de Veracruz, México. Revista Científica UDO Agrícola. 7(1): 285-292.
- Ward, N. y A. Moscrop. 1999. Mamíferos del Gran Caribe: Un resumen preliminar de su estatus de conservación. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Cuarta Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico Interino (ISTAC) del Protocolo Relativo a las Áreas de Flora y Fauna Silvestre, especialmente protegidas (SPAW) en la Región del Gran Caribe. La Habana, Cuba. 30 pp.
- Würsig, B.; T. A. Jefferson and D. J. Schmidly. 2000. The Marine Mammals of the Gulf of Mexico (Ed.). Texas A&M Press, College Station. 232 pp.