



BIOCYT 3(9) : 122-134, 2010

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA
© 2010 BIOCYT



<http://www.iztacala.unam.mx/biocyt>

Contribución especial

ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LOS SIRÉNIDOS *Trichechus manatus* LINNAEUS, 1758 EN MEXICO

Flores-Cascante Lavinia

Instituto Tecnológico de Boca del Río Km. 12, Carretera Veracruz-Córdoba, Boca del Río, Veracruz, México.
C.P. 94290

RESUMEN

Los manatíes son mamíferos acuáticos del Orden Sirenia, son herbívoros y se alimentan de la vegetación existente en ríos, lagunas y costas en las que habitan. Aspectos como una baja tasa de natalidad, la caza clandestina, pérdida de hábitat y colisiones con embarcaciones han ubicado a estos animales como especie en peligro de extinción a la que se ha otorgado el estatus de especie protegida por las leyes mexicanas. Se describen sus principales aspectos evolutivos, de hábitat, distribución, población en México, morfología, fisiología, digestión, metabolismo, reproducción, alimentación y conducta, dando un panorama general de la especie. Es imperante realizar estudios sobre los diversos aspectos de las poblaciones mexicanas de manatíes como el mantenimiento del hábitat para evitar la extinción de la especie puesto que existen informes científicos que estadísticamente, en los escenarios más pesimistas, ubican a la especie a 60 años de la extinción.

Palabras clave: manatí, investigación, Sirenia, conservación.

Correspondencia al autor: Instituto Tecnológico de Boca del Río Km. 12 Carretera Veracruz-Córdoba, Boca del Río, Veracruz, México. C.P. 94290. lcascante@scientist.com

Manuscrito recibido el 17 de noviembre de 2009, aceptado el 25 de febrero de 2010

ABSTRACT

Manatees are aquatic mammals of the Order Sirenia are herbivorous and feed of vegetation in rivers, lagoons and coasts where they live. Aspects such as low birth rate, illegal hunting, habitat loss and collisions with boats have placed these animals as endangered species which have been granted the status of species protected by Mexican law. It describes the main features evolutionary, habitat, distribution, population in Mexico, morphology, physiology, digestion, metabolism, reproduction, feeding and behavior, giving an overview of the species. It is imperative to conduct studies on various aspects of the Mexican populations of manatees and habitat maintenance to prevent the extinction of the species since there are scientific reports that statistically, in the most pessimistic scenarios, locate the species to 60 years of the extinction.

Key words: manatee, research, Sirenia, conservation.

INTRODUCCION

Los manatíes son mamíferos acuáticos del Orden Sirenia, son herbívoros y se alimentan de la vegetación existente en ríos, lagunas y costas en las que habitan (Hartman, 1979).

Los organismos del Género *Trichechus* se distribuyen en las aguas costeras e interiores atlánticas de los continentes Americano y Africano. Este género se divide en tres especies: *Trichechus inunguis* Natterer, 1883 (manatí amazónico) endémico de la región del Amazonas, vive exclusivamente en agua dulce (Beck y Forrester, 1988); *Trichechus senegalensis* Link, 1795 (manatí de África Occidental), habita en los estuarios y ríos desde el sur de Mauritania hasta el río Kwanza, en Angola (Husar, 1978; Nishiwaki et al., 1982), y *T. manatus* (manatí antillano o del Caribe), se distribuye desde el sudoeste de los Estados Unidos hasta el centro de Brasil (Lefebvre et al., 2001).

T. manatus está representada por dos subespecies: el manatí de Florida (*Trichechus manatus latirostris*), que se distribuye en la península de Florida, Estados Unidos (IBUNAM, 2005) y el manatí de las Antillas (*Trichechus manatus manatus*), que se distribuye desde el golfo de México, hasta Recife, Brasil (Reynolds, 1979; Bonde, 1984; Domning y Hayek, 1986; Reynolds y Odell, 1991; IBUNAM, 2005).

Se estimó que en México existían 1800 manatís en 2001 (Guichard et al., 2001), todos pertenecientes a la subespecie *T. manatus manatus* (Domning y Hayek, 1986; Garcia-Rodriguez et al., 1998).

Aspectos como una baja tasa de natalidad (una cría cada dos años) (Range et al., 2004), caza clandestina a la que han estado sometidos estos organismos, pérdida de hábitat y colisiones con embarcaciones (Reynolds, 1999) han ubicado a estos animales como especie en peligro de extinción a la que se ha otorgado el estatus de especie protegida por las leyes mexicanas (Diario Oficial de la Federación, 1994).

Pese a los esfuerzos que se han realizado, los manatíes siguen siendo una especie amenazada, debido al desconocimiento popular (Morales-Vela et al., 2003). La mayor parte de los estudios realizados en México sobre los sirénidos, se han enfocado principalmente a aspectos demográficos y de conservación (Gallo-Reynoso, 1983; Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1994; Morales-Vela et al., 2003).

Hasta hace poco tiempo, se han comenzado a realizar estudios sobre éstos organismos relacionados a sus aspectos genéticos y sobre la viabilidad de las poblaciones de manatíes (Castelblanco-Martínez y Nourisson, 2009; Nourisson et al., 2009).

En México existe poca información disponible sobre éstos animales, la mayor parte de la información referente a éstos, se ha realizado en poblaciones de Florida, Estados Unidos (Hartman, 1979). Debido a lo anterior y a la importancia ecológica que representan los manatíes, el objetivo de éste trabajo es mostrar un panorama sobre los aspectos biológicos de *T. manatus*.

Evolución

El origen geográfico de la Familia Tricheidae es desconocido, se sabe que la familia ha tenido una evolución aparentemente larga en el Caribe (Husar, 1978).

Se sabe que *Potamosiren* (el más reciente fósil de manatí), estuvo presente en Colombia durante el Mioceno temprano y al parecer derivó del más antiguo sirenio del Eoceno. *Sirenotherium*, también del Mioceno temprano fue tomado de Para, Brasil. *Ribodon*, anteriormente considerado para el Mioceno-Plioceno originario de Argentina se cree ahora que se refiera a *Trichechus* del Pleistoceno. Otros restos de un *Trichechus* del Pleistoceno han sido descubiertos a lo largo de las costas de Estados Unidos, de Florida a Maryland. Este último manatí aparentemente desplazó a los dudongos, que habían ocupado esa región desde el Terciario (Keferstein, 1834; Simpson, 1932; Reinhart, 1951; Pascual, 1953; Reinhart, 1959; Couto, 1967; Domning, 1982; Vandeveld-Larkin, 2000).

Actualmente se sabe que a pesar de existir dos especies y dos subespecies en el continente Americano, los análisis moleculares recientes sugieren que existen hasta tres agrupaciones de ADN mitocondrial, los cuales corresponden a las siguientes regiones: 1) occidente y sur del golfo de México, Centroamérica y el noroccidente de Sudamérica, 2) Florida y las Antillas Mayores, 3) nororiente de Sudamérica y oriente de las Antillas Menores (Deutsch et al., 2007); por otro lado, las áreas de distribución de *T. manatus* y *T. inungus* se superponen cerca de la desembocadura del río Amazonas, en Brasil (Reeves et al., 1992), por haplotipos compartidos de ADNmt observados en algunos individuos, se ha sugerido hibridación (Vianna et al., 2006).

Hábitat y distribución

El hábitat del manatí es afectado por diversas causas; la temperatura del agua limita su distribución en América del Norte y la pérdida del hábitat ha limitado su distribución en América del Sur (Lefebvre et al., 2001). En invierno el intervalo de distribución del manatí se limita a áreas con aportes naturales o antropogénicos de agua tibia en Florida (alrededor de 20° C) (Lefebvre et al., 2001). En Florida y América Central y América del Sur, los sirénidos

son encontrados frecuentemente en ríos y estuarios, mientras que en las Antillas Mayores pueden habitar ambientes de mayor influencia marina (Lefebvre et al., 2001).

T. manatus se distribuye desde Estados Unidos hasta Brasil reportándose en Puerto Rico, Jamaica, República Dominicana, Haití, Cuba, Bahamas, Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Venezuela, Trinidad, Guyana, Suriname y Guyana Francesa (Lefebvre et al., 2001). *T. inunguis* (manatí amazónico) se encuentra en la región del Amazonas, es endémico y vive sólo en agua dulce (Beck y Forrester, 1988).

En México, la subespecie *T. m. manatus* está reportada para los estados de Veracruz, Tabasco, Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo (Gallo-Reynoso, 1983; Colmenero-Rolon y Hoz-Zavala, 1986; Colmenero-Rolon y Zarate, 1990; Morales-Vela y Olivera-Gómez, 1994).

Población en México

Se ha sugerido que la metapoblación de manatíes en México está dividida en tres poblaciones aparentemente aisladas geográficamente, la primera población presente en las costas de Yucatán y Quintana Roo (la cual se cree se extiende hasta Belice) está compuesta de 600 individuos. La segunda población está calculada en 1000 animales y se concentra en la cuenca de los ríos Grijalva y Usumancita en Tabasco y en el sistema lagunar de Términos en Campeche y Chiapas. Se ha estimado que la tercera población se compone de 200 animales y se localiza entre Veracruz y Tamaulipas; lo cual representa un total aproximado de 1800 organismos (Guichard et al., 2001). A la fecha los censos poblacionales son inexactos, éstos se han realizado en su mayoría de forma aérea (Morales-Vela y Olivera, 1997), cuyo inconveniente es que los avistamientos son mínimos, lo que conlleva a un sesgo en la estimación poblacional, no obstante en Florida, Estados Unidos, los censos aéreos han sido ampliamente utilizados (Hartman, 1979).

Morfología

Los manatíes (Fig. 1) tienen un cuerpo fusiforme, de color gris. Su cola es horizontalmente aplanada y carecen de miembros posteriores. Tienen aletas en forma de remos como miembros anteriores, las cuales presentan uñas a los extremos. Poseen un hocico chato y labios flexibles carnosos que están provistos de cerdas llamadas vibrisas. Sobre el hocico se encuentran las narinas, las cuales se cierran al sumergirse. Tienen otros finos pelos dispersos en todo el cuerpo. Sus ojos son extremadamente pequeños y rodeados de un músculo en forma de esfínter que hace las veces de los párpados; poseen una delgada membrana translúcida que les permite ver mejor bajo el agua y en condiciones de baja luminosidad. Las orejas carecen de pabellón externo. Los dientes caninos e incisivos están ausentes y los dientes de la quijada se mueven continuamente hacia adelante, parecido a una correa transportadora. Los huesos son extremadamente densos y los huesos largos y costillas carecen de cavidad para la médula (PNUMA, 1995).

Los manatíes adultos pueden alcanzar una longitud de 3.9 m y un peso entre 500 y 600 kg (Reeves et al., 1992). Una muestra de 33 manatíes de las Antillas capturados en Guyana midieron entre 1.0 y 3.4 m; el peso del animal más pequeño fue de 27 kg y el más grande excedió los 400 kg (Bertram y Bertram, 1963); en contraparte los manatíes adultos de Florida, Estado Unidos, varían entre 400 y 900 kg y alcanzan tallas de 2.8 a 3.5 m (O'Shea, 1992). Estos organismos pueden alcanzar una longevidad de 50 años (PNUMA, 1995).



Fig. 1. Ejemplar adulto *T. m. manatus*, en semicautiverio en laguna Guerrero, Chetumal, Quintana Roo, México

Fisiología

Los sirénidos presentan adaptaciones evolutivas de gran importancia que les han permitido explotar nichos acuáticos que otros mamíferos no han ocupado (Reep y Bonde, 2006), los manatíes han tenido una particular manera de favorecerse adaptándose a comer exclusivamente plantas acuáticas (Reep y Bonde, 2006).

Digestión

El sistema digestivo de los manatíes es similar al de un caballo, ambos presentan fermentación en el intestino posterior con largas secciones de intestino para procesar el alimento, sin embargo los manatíes exhiben una combinación inusual, rasgos rara vez vistos en otros mamíferos (Reep y Bonde, 2006).

Cuando los manatíes comen, los labios están en continuo y repetitivo movimiento, las aletas no son utilizadas usualmente para agarrar plantas, están colgadas por los costados mientras los labios superiores sobresalen y las vibrisas sobre los labios son usadas como dedos que rasgan las plantas y las introducen en la boca. Esta manera de alimentarse y la modificación del pelo facial para rasgar objetos, es única en los sirénidos (Reep y Bonde, 2006). Los manatíes tienen un reemplazo horizontal de dientes, los cuales son cambiados continuamente (Domining y Hayek, 1986). Se cree que ésta adaptación causó en parte la permanencia de los manatíes en el Caribe y el declive de los dudongos que habitaban la misma región (Reep y Bonde, 2006).

Otra característica notoria es la llamada glándula accesoria digestiva o glándula cardiaca, que se encuentra asociada con el estómago. Esta glándula produce ácido clorhídrico, enzimas digestivas y mucus. En otras especies, las células con ésta función se localizan desde el inicio hasta el final del forro del estomago, de éste modo aislar éstas células en una glándula aparte puede protegerlas de los abrasivos efectos de ingerir arena (Langer, 1988; Reynolds y Rommel, 1996).

Los manatíes son altamente eficientes en la digestión de celulosa comparados con otros herbívoros como el caballo, esto es probablemente atribuible a su lento tránsito intestinal, el largo de su cuerpo y el bajo contenido de lignina en plantas acuáticas (comparadas con las plantas terrestres) (Lomolino y Ewel, 1984; Burn, 1986; Reynolds y Rommel, 1996).

En un estudio en condiciones de cautiverio, se midieron las tasas de paso en manatíes cambiando una dieta de *Lactuca lactuca* Linnaeus, 1753 por *Eichhornia crassipes* Kunth, 1842, se observó un cambio de color en las heces, se calculó un tiempo de tránsito de 146 horas (aproximadamente seis días), lo cual es un tiempo largo considerando que en el caballo, otro fermentador del intestino posterior, el tránsito es de 28 a 38 horas; en rumiantes como vacas y búfalos, el tránsito se realiza entre 70 y 95 horas respectivamente y en elefantes el paso se realiza entre 21 y 46 horas (Lomolino y Ewel, 1984).

El duodeno, porción pequeña del intestino localizada justo debajo del estómago, contiene largos bolsillos que al parecer sirven para almacenar alimento que llega del estómago. Al parecer el alimento transita rápidamente por el intestino delgado y se almacena en el intestino grueso (Reep y Bonde, 2006).

La mayor parte del proceso digestivo de la celulosa ocurre en el ciego y colon; la alta eficiencia de la fermentación microbiana toma lugar en éste tracto digestivo (Burn, 1986; Reynolds y Rommel, 1996).

Metabolismo y Respiración

Los manatíes tienen una tasa metabólica extremadamente baja comparada con otros mamíferos de tamaño similar, esto puede ser debido a lo que comen (Scholander e Irving, 1941; Gallivan y Best, 1980; Irvine, 1983). Se cree que la dieta y hábitos alimenticios de los manatíes, generalmente juegan un determinado y significativo rol en la evolución de la tasa del metabolismo basal (Mc Nab, 2002).

Para saber cómo reacciona el cuerpo del manatí a temporadas largas de escasez de alimentos, se analizó la situación del manatí amazónico (*T. inunguis*) en las lagunas de la Amazonía Central, donde en la época de sequías éstos organismos no tienen ninguna fuente de alimentación, hasta que el agua sobrepasa uno o dos metros. Se ha observado que los manatíes del lago Amana, en Brasil pueden vivir hasta siete meses comiendo vegetación muerta de origen alóctono y trabajando con su fermentación del intestino posterior para obtener los nutrientes de dicho material. Se ha sugerido que la tasa metabólica baja (36 % de lo calculado para un mamífero terrestre del mismo tamaño) y la cantidad de grasa presente en su cuerpo pueden representar adaptaciones críticas de sobrevivencia de la especie durante la época de sequía, ya que se puede calcular que un manatí puede sobrevivir hasta 200 días utilizando sus reservas de lípidos (Best, 1983).

La cantidad de oxígeno en la sangre de los manatíes es cercana al 17.2 % (Scholander e Irving, 1941). Su frecuencia cardíaca normal es de aproximadamente 40 latidos por minuto cuando nada o se alimenta, pero puede disminuir hasta ocho latidos por minuto en caso de amenaza, cuando se encuentran en peligro el consumo de oxígeno se reduce a un mínimo y es reservado para los órganos esenciales, como el corazón, pulmones y cerebro (Best, 1981).

Gallivan y Best (1980) repitieron el experimento de Scholander e Irving (1941), basado en la respiración y buceo de los manatíes; establecieron que la tasa metabólica y frecuencia respiratoria son relativamente bajas. Es probable que esa baja tasa metabólica sea el factor que les da una capacidad de buceo relativamente mayor, comparada con los delfines quienes presentan una reducción de oxígeno dentro de los primeros cuatro minutos de inmersión (Ridgway et al., 1969), mientras que los manatíes conservan un 4 % respecto a la cantidad de oxígeno en los pulmones después de unos 10 minutos de estar sumergidos. Las tasas metabólicas observadas por Gallivan y Best, 1979 (900 Kcal/hora para un organismo de 175 kg aproximadamente) fueron casi la mitad de los valores reportados por Scholander e Irving, 1941 (1900 Kcal/hora para un organismo de un peso similar), quienes argumentaron que esto se debió a cambios en el proceso de la experimentación pero principalmente a que los manatíes empleados por Gallivan y Best (1979) fueron aclimatados, mientras que los utilizados por Scholander e Irving (1941) tuvieron menos de dos semanas de cautividad, por lo cual aun estaban estresados.

Reproducción

El periodo de gestación dura entre 11 y 13 meses, la proporción de sexos es de 1:1. En Blue Spring y Cristal River en Florida, Estados Unidos, la supervivencia al primer año es de 0.81 y 0.67 respectivamente. La edad más temprana de reproducción es de tres a cuatro años, pero el promedio es cinco años. El tiempo de dependencia dura alrededor de uno a dos años. El intervalo entre nacimientos en promedio es de 2.5 años. El número más alto de nacimientos se registra en mayo y septiembre (Lefebvre y O'shea, 1995; Range et al., 2004).

La duración de los ciclos estrales es desconocida y la división de proestro, estro y metaestro ha sido propuesta arbitrariamente (Hartman, 1971). Se sabe que aunque las hembras sólo están receptivas durante el estro, captan la atención de los machos durante las otras fases (Hartman, 1971).

En los manatíes machos la apertura genital está localizada en el abdomen, a medio camino entre el ano y el ombligo (Harrison y King, 1965; Hartman, 1971), en cambio en las hembras está cerca del ano y los ovarios están localizados en el límite extremo inferior de la cavidad del cuerpo (Ronald et al, 1978).

Conducta social

Aunque los manatíes son esencialmente solitarios, ocasionalmente son sociables, grupos de dos hasta seis manatíes han sido reportados (Moore, 1951).

Los manatíes se comunican aparentemente llamándose a través de señales acústicas (mayormente chillidos, en los rangos de 3-5 kHz) y también mediante roces y "besos". Se ha observado a adultos y crías jugando (Husar, 1978). Las crías juegan entre los adultos y refuerzan su vínculo materno pegando su boca en forma de beso con sus madres (Hartman, 1971).

Conducta asociada a la reproducción

Los manatíes machos son altamente activos sexualmente y no limitan sus insinuaciones sexuales a hembras en periodo de estro; aunque las hembras que no están en ésta etapa se defiendan y muestren el dorso al macho (como signo de rechazo), éstos persisten por horas y su actividad sexual puede incitar que machos circundantes participen en la persecución (Moore 1956; Hartman, 1971). Cuando una hembra se encuentra en etapa de estro, se pueden formar grupos sexuales de una hembra y hasta 17 machos, tanto locales como de otras zonas (Hartman, 1971).

Los machos atacan con violencia el abdomen de las hembras con sus colas (Pereira, 1945), los encuentros son ruidosos y prolongados y se vuelven mas violentos cuando el dominio es determinado. La agresion de los machos es evidente sólo durante el cortejo (Hartman, 1971).

Se ha reportado que los manatíes asumen una variedad de posiciones durante la copulacion, la cual se realiza en aguas de 2.5 m de profundidad (Hartman, 1971). Se han observado parejas de animales copulando cara a cara con sus manos fuera del agua (Pereira, 1945).

Los machos son sexualmente agresivos y los encuentros sexuales son vigorosos y agotadores, no es raro que algunas hembras mueran del esfuerzo durante la copulacion (Pereira, 1945).

La masturbacion mutua entre manatíes machos es comun, aunque no hay pruebas de homosexualidad en las hembras (Hartman, 1971). Los machos regularmente realizan actividades homosexuales (Husar, 1978).

Conducta asociada a la alimentación

Los manatíes son herbívoros que se alimentan de una gran variedad de vegetación sumergida, emergida y flotante (Nabor y Patton, 1989), pueden consumir diariamente aproximadamente 8 % del peso total de su cuerpo en plantas acuáticas (Best, 1981) sin embargo el consumo alimenticio es afectado por el valor nutritivo de la dieta, donde la cantidad de proteínas, lípidos, carbohidratos, fibras y el contenido de agua parecen actuar como moderadores, los porcentajes de consumo de alimento pueden variar entre 2.2 y 23.7 % del peso total del cuerpo del manatí, de acuerdo con el contenido nutritivo del forraje (Cavallante, 1995). Poseen una eficiencia digestiva elevada, entre 45 y 80 % (Best, 1981; Lomolino y Ewel, 1984; Burn, 1986).

Las principales especies de plantas presentes en la alimentación de éstos organismos son *Thalassia testudinum* Banks y Solander ex König, 1805, *Rhizophora mangle* Linnaeus, 1753, *Halodule wrightii* Endlicher, 1841, *Ruppia sp.*, *Najas sp.*, y *Caulerpa sp.*, entre otras, propias de cada zona. Se ha reportado que los manatíes pueden ser carnívoros oportunistas, al consumir pequeños crustáceos adheridos a las plantas que comen, además se les ha visto morder los muelles donde éstos se encuentran (Best, 1981; Courbis y Worthy, 2003).

En un estudio reciente sobre la dieta de *T. m. manatus*, realizado en Chetumal, Quintana Roo, México, se encontró *T. testudinum*, *R. mangle*, *H. wrightii* y *Ruppia sp.*, así

mismo se reportó por primera vez *Chara sp.* y *Najas sp.* en los contenidos estomacales de éstos animales (Castelblanco-Martínez et al., en prensa). En organismos de bahía Ascensión, Quintana Roo, México, Jonuta, Tabasco, México y Ciudad del Carmen, Campeche, México, se encontró *T. testudinum*, *R. mangle*, *H. wrightii* y *Ruppia sp.*, en organismos de Jonuta y Ciudad del Carmen, se encontró *Panicum*, una especie dulceacuícola de distribución local (Flores-Cascante et al., datos no publicados).

Aun existe un gran desconocimiento sobre la biología de los manatíes y aunado a esto, se trata de una especie amenazada, por lo cual es imperante realizar estudios sobre los diversos aspectos de las poblaciones mexicanas de manatíes como el mantenimiento del hábitat para evitar la extinción de la especie puesto que estadísticamente y en los panoramas más pesimistas, manteniendo los niveles constantes de caza y enmalles en redes de pesca, se ubica a la especie a 60 años de la extinción (Castelblanco-Martínez y Nourisson, 2009).

Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento a Ph. D. Nataly Castelblanco-Martínez y al Dr. Benjamín Morales-Vela de Ecosur- Unidad Chetumal, por las facilidades otorgadas para la revisión del material bibliográfico. Así mismo agradezco al M. en C. Horacio Vázquez-López por sus valiosos comentarios sobre el manuscrito.

REFERENCIAS

- Beck, C., y D. Forrester, 1988. Helminths of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris*, with a discussion and summary of the parasites of sirenians. The journal of parasitology. 74: 628-637.
- Bertram, G. C. y C. K. Bertram, 1963. The status of manatees in the Guianas. Oryx. 7(2/3): 127-135.
- Best, C. R., 1981. A Salvação de uma Espécie; Novas Perspectivas para o Peixe-boi da Amazônia. Manus, Division of Aquatic Mammal Biology at the National Institute of Amazonian Research. Pp. 6-15.
- Best, C. R., 1981. Foods and feeding habits of wild and captive Sirenia. Mammal Review. 11(1): 3 - 29.
- Best, C. R., 1983. Apparent dry-season fasting in amazonian manatees. Biotropica. 15(1): 61-64 .
- Bonde, R. K., 1984. Sea cows and manatees. En: MacDonal, D. (Ed.). The encyclopedia of mammals. : 295-297. (Facts on File, Nueva York).
- Burn, D., 1986. The digestive strategy and efficiency of the west indian manatee, *Trichechus manatus*. Comparative Biochemistry and Physiology Part A. Physiology. 85(1): 139-142.
- Castelblanco-Martínez, D. N., B. Morales-Vela, H. A. Hernández-Arana y J. Padilla-Saldiva (en prensa). Feeding habits of manatees *Trichechus manatus manatus* at Chetumal Bay, Mexico. Latin American Journal of Aquatic Mammals.
- Castelblanco-Martínez, D. y C. Nourisson, 2009. Can we predict the extinction of the Caribbean manatee? Abstracts International Sirenian Symposium, Quebec City, Canada .

- Cavallante, A., 1995. Taxa de consumo alimentar do peixe-boi da Amazônia (*Trichechus inunguis*, Natterer, 1883), em cativeiro. 1-126. (Tesis de maestría, Universidad Estadual de Londrina, Brasil).
- Colmenero-Rolon, L. C. y E. B. Zarate, 1990. Distribution, status and conservation of the West Indian Manatee in Quintana Roo, México. *Biology Conservation*. 52: 27-35.
- Colmenero-Rolon, L. y M. E. Hoz-Zavala, 1986. Distribución de los manatíes, situación y conservación en México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM. Serie Zoológica*. (3): 955-1020.
- Courbis, S. y G. Worthy, 2003. Opportunistic rather than incidental carnivory by Florida manatees (*Trichechus manatus latirostris*). *Aquatic Mammals*. 29: 104-107.
- Couto, C. P., 1967. Contribuicao a paleontologia do Estado do Para. Um Sirenio na Formacao Pirabas. En: Lent, H. (Ed). *Atas do Simposio sobre a Biota Amazonica*, Conselho nacional de pesquisas, Rio de Janeiro. *Geosciencias*. 1: 345-357.
- Deutsch, C., C. Self-Sullivan y A. Mignucci-Giannoni, 2007. *Trichechus manatus*. En: IUCN, Red List of threatened species. www.iucnredlist.org (accesado en septiembre 20, 2007).
- Diario Oficial de la Federación, 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. http://www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/sedesol_nom_059_ecol_1994.pdf (accesado en marzo 22, 2010).
- Domning, D., 1982. Evolution of manatees: A speculative History. *Journal of Paleontology*. 56(3): 599-619.
- Domning, D. y L. Hayek, 1986. Interspecific and intraspecific morphological variation in manatees (Sirenia: *Trichechus*). *Marine Mammal Science*. (2): 87-144.
- Gallivan, G. y C. Best, 1980. Metabolism and respiration of the amazonian manatee *Trichechus inunguis*. *Physiological Zoology*. 53(3): 245-253.
- Gallo-Reynoso, J. P., 1983. Notas sobre la distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en las costas de Quintana Roo. *Anales del Instituto de Biología, Serie Zoología*. 53(1): 443-448.
- García-Rodríguez, A., B. Bowen, D. Domning, A. Mignucci-Giannoni, M. Marmontel, R. Montoya Ospina, B. Morales-Vela, R. Rudin, R. K. Bonde y P. M. Mcguire, 1998. Phylogeography of the West Indian manatee (*Trichechus manatus*): How many populations and how many taxa? *Molecular Ecology*. 7(9): 1137-1149.
- Guichard, C., S. Ellis, Y. Matamoros y U. Seal, 2001. Análisis de la viabilidad poblacional y del hábitat del manatí en México. Informe conservation breeding specialist group (SSC/IUCN), Mineesota, USA. 153 p.
- Harrison, R. y J. King, 1965. *Marine mammals*. : 192. (Hutchison and Co., London)
- Hartman, D. S., 1971. Behavior and ecology of the Florida manatee, *Trichechus manatus latirostris* (Harlan) at Crystal River, Citrus County. 1-285. (Tesis doctoral, Cornell University. Ithaca, New York).

- Hartman, D. S., 1979. Ecology and behavior of the manatee (*Trichechus manatus*) in Florida. Special publications No. 5, 153 p. The American Society Mammalogist. Ithaca, Nueva York.
- Husar, S., 1978. *Trichechus manatus*. Mammalian Species. (93): 1-5. *Trichechus manatus*.
- Instituto de Biología. "*Trichechus manatus latirostris* - IBUNAM:CNMA:IB3859". UNIBIO: Colecciones Biológicas. 2005-08-30. Universidad Nacional Autónoma de México. <http://unibio.unam.mx/collections/specimens/urn/IBUNAM:CNMA:IB3859> (accesado en marzo 5, 2010).
- Irvine, A., 1983. Manatee metabolism and its influence on distribution. Florida Biological Conservation. 25(4): 315-334.
- Keferstein, C., 1834. Die Naturgeschichte des Erdkörpers. Leipzig. 2. Pp. 217.
- Langer, P., 1988. The mammalian herbivore stomach: comparative anatomy, function and evolution. Pp. 136-161. (Gustav Fischer, Stuttgart and New York).
- Lefebvre, L. y T. O'shea, 1995. Florida manatees. En: Our living resources: A report to the nation on the distribution abundance and health of US plants, animals and ecosystems. Pp. 267-269. National Biological Service, U.S. Government Printing Office, Washington, D. C.
- Lefebvre, L., M. Marmontel, J. Reid, G. Rathbun y D. Domning, 2001. Status and biogeography of the West Indian manatee. En: Woods, C. A. y Sergile, F. E. (Eds.). Biogeography of the West Indies: Patterns and Perspectives. : 425-474. (CRC Press, Boca Raton).
- Lomolino, M. y K. Ewel, 1984. Digestive efficiencies of the West Indian Manatee (*Trichechus manatus*). Florida Scientist. 47(3): 176-179 .
- Mc Nab, B., 2002. The Physiological ecology of vertebrates: a view from energetics. Ithaca N. Y. (Cornell University Press).
- Moore, J., 1956. Observations of manatees in aggregations. American Museum Novitates. 1811: 1-24.
- Moore, J., 1951. The status of the manatee in the Everglades National Park, with notes on its natural history. Journal of Mammalogy. 32: 22-36.
- Morales-Vela, B. y L. D. Olivera-Gómez, 1994. Distribución espacial y estimación poblacional de los manatíes en la bahía de Chetumal, Q. Roo, México. Revista de Investigación Científica 2 (número especial SOMEMMA 1): 27-34.
- Morales-Vela, B. y L. D. Olivera-Gomez, 1997. Distribución del manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, Mexico. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie: Zoología , 68 (1): 153-164.
- Morales-Vela, B., J. Padilla-Saldivar y A. Mignucci-Giannoni, 2003. Status of the manatee (*Trichechus manatus*) along the Northern and Western Coasts of the Yucatan Peninsula, Mexico. Caribbean Journal of Science. 39 (1): 42-49 .
- Nabor, P. y G. Patton, 1989. Aerial studies of the West Indian manatee *Trichechus manatus* from Anna Maria Florida to northern Charlotte Harbor including the Myakka River:

Recommended habitat protection and manatee management strategies. Mote Marine Laboratory Technical Report. 134: 1- 44 .

Nishiwaki, M., M. Yamaguchi, S. Shokita, S. Uchida, y T. Kataoka, 1982. Recent survey on the distribution of the African manatee. Scientific Reports Whales Research Institute. 34: 137-147.

Nourisson, C., B. Morales-Vela, M. Tringali, J. Padilla-Saldivar, A. Clark, R. Bonde y P. M. McGuire, 2009. Detecting pedigree in captive Mexican manatees. Abstracts International Sirenian Symposium, Quebec City, Canada.

O'Shea, T. J., 1992. Florida manatee *Trichechus manatus latirostris*. En: Humphrey, S. R. (Ed). Rare and endangered biota of Florida. Mammals 1: 190-200. (University Press of Florida).

Pascual, R., 1953. Sobre nuevos restos de Sireníidos del Mesopotamiense. Revista Asocacion Geologica Argentina. 8: 163-181.

Pereira, N., 1945. O Peixe-boi da Amazonia. [On the Steer-fish of the Amazon.]. Mi Agric., Tecu. Div. Caco Pesca, D.E.I.P.- S.S.A. , Manaus-Mjazonas.

PNUMA, 1995. Plan de manejo regional para el manatí antillano, *Trichechus manatus*. Informe Técnico del PAC No. 35. Programa Ambiental del Caribe del PNUMA, Kingston, Jamaica .

Range, M., C. Langtimm y W. Kendall, 2004. A stagebased model of manatee populations dynamics. Marine Mammal Science. 20: 361-385 .

Reep, R., y R. Bonde, 2006. The Florida manatee: Biology and conservation. 189 p. (University Press of Florida, Florida, USA).

Reeves, R., B. Stewart y S. Leatherwood, 1992. The Sierra club handbook of seals and Sireníos. 359 p. (Sierra Club Books, San Francisco, California, USA).

Reinhart, R. H., 1959. A review of the Sirenia and Desmostylia. University California Publications Geological Science. 36: 1-146.

Reinhart, R. H., 1951. A new genus of sea cow from the Miocene of Colombia. University California Departament Geological Science. B 28:203-213 .

Reynolds, J. E., 1999. Efforts to conserve the manatees. En: Twiss, J. R. y R. R. Reeves (Eds). Conservation and management of marine mammals. : 267-295. (Washington & London, Smithsonian Institution).

Reynolds, J. I. y S. Rommel, 1996. Structure and function of the gastrointestinal tract of the Florida manatee *Trichechus manatus latirostris*. Anatomical Record. 245(3): 539-558.

Ridgway, S. H., B. Scronce y J. Kanwisher, 1969. Respiration and deep diving in the bottlenose porpoise. Science. 166: 1651-1654 .

Ronald, K., L. Selley y E. Amoroso, 1978. Biological synopsis of the manatee. Ottawa, IDRC. Pp. 112.

Scholander, P. y L. Irving, 1941. Experimental investigations on the respiration and diving of the Florida manatee. *Journal of Cellular and Comparative Physiology*. 17(2): 169-191.

Simpson, G. G., 1932. Fossil Sirenia of Florida and the evolution of the Sirenia. *Bulletin of American Museum of Natural History*. 59: 419-503.

Vandavelde-Larkin, I. L., 2000. Reproductive endocrinology of the Florida manatee (*Trichechus Manatus Latiostris*): Estrous cycles, seasonal patterns and behavior. 1-354. (Tesis doctoral, Universidad de Florida, USA).

Vianna, J., R. Bonde, S. Caballero, J. Giraldo, R. Lima, A. Clark, M. Marmontel, B. Morales-Vela, M. J. De Souza, L. Parr, M. A. Rodríguez-López, A. A. Mignucci-Giannoni, J. A. Powell y F. R. Santos, 2006. Phylogeography, phylogeny and hybridization in Trichechid sirenios: implications for manatee conservation. *Molecular Ecology*. 15: 433-447.