

Descripción craneométrica de cinco individuos del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Cetartiodactyla: Delphinidae) presentes en las costas del Golfo de Venezuela

Nínive Espinoza Rodríguez ¹ | Karen De

Turrís-Morales ^{1,2} | Héctor Barrios-Garrido ^{1,3,4,‡}

¹Laboratorio de Ecología General, Departamento de Biología, Facultad Experimental del Ciencias, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

²Fundación Fauna Caribe Colombiana (FFCC), Barranquilla, Colombia.

³Centro de Modelado Científico (CMC), La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

⁴Centre for Tropical Water and Aquatic Ecosystem Research-TropWATER, College of Science and Engineering, James Cook University, Townsville, Australia.

Correspondencia

Héctor Barrios-Garrido, Centre for Tropical Water and Aquatic Ecosystem Research-TropWATER, College of Science and Engineering, James Cook University, Townsville, Australia.
Email: hector.barriosgarrido@my.jcu.edu.au

Financiamiento

N/A

Editor Académico

Christian A. Delfin Alfonso

RESUMEN

El delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) es la tercera especie con mayor frecuencia de avistamientos en el Golfo de Venezuela (GV). Debido a que la mayoría de las investigaciones sobre esta especie se han limitado únicamente a registrar la presencia de animales varados en estas costas, actualmente continúan existiendo importantes vacíos de información al respecto de su biología, anatomía y ecología. En este estudio se realizó la descripción preliminar de la morfología craneal de cinco individuos (un adulto, tres sub-adultos y un juvenil) varados durante los años 1998-2001 en las costas del GV. Todas las medidas craneométricas fueron registradas utilizando un calibrador digital y una cinta métrica flexible, además se determinó el ‘Número de Alvéolos Maxilares Derecha e Izquierda’ como carácter merístico e importancia taxonómica. Se utilizó la relación entre las medidas de los pterigoides a partir del ‘Ancho de las Narinas Internas’ para la identificación de los morfotipos (costero vs. oceánico) en los individuos. Se observó un número de alvéolos maxilares promedio de 22 dientes para cada hemi-maxila, siendo identificados cuatro especímenes como de hábitat costero y solo uno como oceánico. Los resultados corroboran la presencia de ambos morfotipos de *T. truncatus* en las adyacencias del GV, así como la necesidad de continuar el desarrollo de estudios en aguas abiertas para incrementar los conocimientos al respecto de la ecología de la especie y sus poblaciones en la región occidental de Venezuela.

PALABRAS CLAVE

Mamíferos acuáticos, morfología craneal, morfotipos, variación fenotípica

Cómo citar este artículo: Espinoza Rodríguez N, De Turrís-Morales K & Barrios-Garrido H. 2019. Descripción craneométrica de cinco individuos del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Cetartiodactyla: Delphinidae) presentes en las costas del Golfo de Venezuela. *Ecotrópicos* 31: e0007

El delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus* (Cetartiodactyla: Delphinidae), es considerado una de las especies de mamíferos marinos mejor conocida a nivel mundial (Carwardine, 2002; Perrin *et al.*, 2009; Jefferson *et al.*, 2011) y de las más comunes en las zonas costeras y oceánicas de la región del Atlántico y el Gran Caribe (Carpenter & De Angelis, 2002; Perrin *et al.*, 2009). Este cetáceo de amplia distribución geográfica en aguas templadas y tropicales del mundo, muestra una gran variación fenotípica (v. gr. color, tamaño, forma y caracteres craneométricos) entre poblaciones de acuerdo a la región geográfica de distribución (Carwardine, 2002). Recientemente los caracteres craneométricos de *Tursiops* sp. han sido utilizados como importantes valores de referencia para la identificación de 'stocks' poblacionales a lo largo de la distribución de esta especie (Turner & Worthy, 2003; Perrin *et al.*, 2011), contribuyendo así al establecimiento de medidas de manejo y conservación específicas para cada población y sus respectivos hábitats (Hale *et al.*, 2000; Turner & Worthy, 2003; Yang *et al.*, 2005; Viaud-Martinez *et al.*, 2008; Caballero *et al.*, 2010; Perrin *et al.*, 2011).

Diversos autores sugieren que las variaciones en conjunto (v. gr. morfológicas, anatómicas, ecológicas y fisiológicas) entre las poblaciones pueden ser interpretadas como evidencias de un posible proceso de especiación en etapas tempranas (Hale *et al.*, 2000), tal como fue evidenciado en el Pacífico para dos especies de delfín nariz de botella (*T. truncatus* vs. *T. aduncus*), anteriormente descritas como morfotipos, mediante información morfológica y genética (Yang *et al.*, 2005; Segura-García *et al.*, 2018). Actualmente se han descrito tres especies dentro del género *Tursiops* en el Océano Pacífico (incluyendo a *T. australis*) con base a sus adaptaciones a los diferentes ambientes donde se distribuyen (costero u oceánico), sus patrones de alimentación y coloración (Charlton-Robb *et al.*, 2011; Perrin, 2019). Este escenario resalta la importancia de promover la realización de estudios holísticos evaluando la estructuración genética, las relaciones filogenéticas y la dinámica poblacional; incluyendo descripciones morfométricas del género y en particular de la especie *T. truncatus* a lo largo de sus áreas de distribución, donde se ha propuesto la existencia de dos morfotipos/subespecies (Goodall *et al.*, 2011; Birkun, 2019; Costa *et al.*, 2016; Wickert *et al.*, 2016).

Las descripciones y evaluaciones morfométricas resultan esenciales para incrementar nuestro entendimiento de los mecanismos evolutivos asociados con la dependencia del hábi-

tat local de la especie en varias regiones geográficas (Segura-García *et al.*, 2018). Adicionalmente, el estudio de los patrones diferenciales de grupos biológicos en aislamiento geográfico y con marcadas diferencias ambientales no solo tiene implicaciones para su taxonomía (Caballero *et al.*, 2007; De Queiroz, 2007), sino también para sus respectivos estados de conservación, especialmente para especies acuáticas y semiacuáticas (Hernández-Romero *et al.*, 2015, 2018), que como *T. truncatus* son consideradas actualmente como de Preocupación Menor (LC por sus siglas en inglés) en la lista roja de especies amenazadas (Wells *et al.*, 2019).

Diversos estudios en el océano Atlántico han sido realizados para evaluar la taxonomía de las poblaciones de *T. truncatus*, destacan contribuciones que sugieren que al analizar las características craneométricas en ejemplares (n = 759) del noroeste Atlántico es posible identificar diferencias significativas entre morfotipos (costero vs. oceánico) a lo largo de su distribución geográfica, mismas que se relacionan a la talla, la morfometría craneal, hábitos alimenticios y carga parasitaria de los individuos. Estas evidencias pueden ser la prueba del probable aislamiento reproductivo entre subpoblaciones (Mead & Potter, 1995). Posteriormente, Turner & Worthy (2003) evaluaron 206 ejemplares de las costas de Texas y Florida, encontrando rasgos craneométricos que pueden ser usados como parámetros de diferenciación con las poblaciones de *Tursiops* en el norte del Golfo de México. Un estudio más reciente, mediante la revisión de 280 cráneos, sugiere el reconocimiento de dos formas morfológicas distintivas dentro de la región, para las cuales la existencia de seis caracteres cualitativos y una forma diferencial en el proceso nasal de la premaxila derecha pudiesen ser suficientes para su separación como especies distintas (Wickert *et al.*, 2016).

En Venezuela, los estudios con esta especie se han enfocado en documentar la abundancia, distribución y uso de hábitat de diferentes grupos o poblaciones a lo largo de la costa caribeña (Oviedo & Silva, 2005; Cobarrubia-Russo *et al.*, 2019). Los registros de individuos del delfín nariz de botella evidencian su presencia al noreste del país (Romero *et al.*, 2001), y una alta frecuencia de avistamientos en la costa central (Bolaños-Jimenez *et al.*, 2015), donde se ha sugerido que la profundidad de la zona es un factor determinante en la distribución, preferencia y uso de hábitat de los individuos (Oviedo & Silva, 2005). La presencia del ecotipo oceánico se registró por primera vez por avistamientos desde una plataforma móvil entre el Puerto

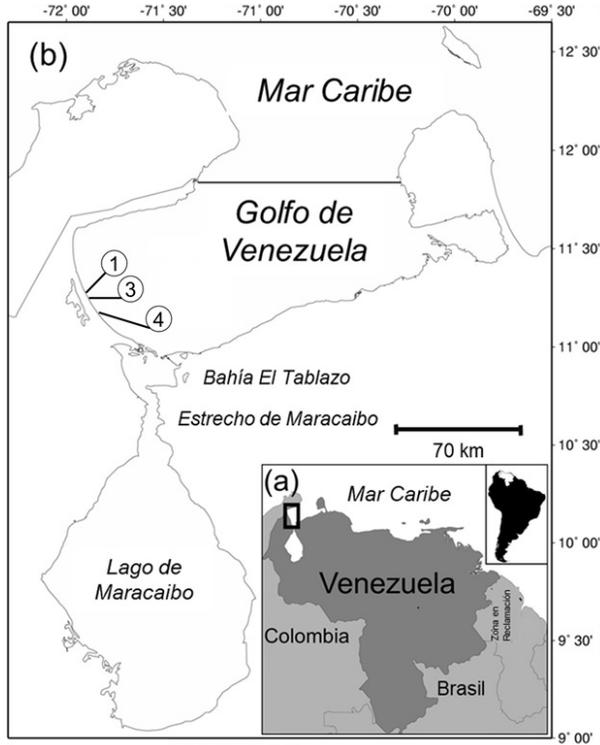


FIGURA 1 Área de estudio. (a) Ubicación relativa del área de estudio en el contexto de Suramérica y Venezuela. (b) Sistema del Lago de Maracaibo, conformado por el Lago de Maracaibo, el Estrecho de Maracaibo, la Bahía El Tablazo y el Golfo de Venezuela. Los números 1, 3, y 4, representan la ubicación geográfica de los sitios de colecta de los ejemplares (ver Tabla 1): LEG-MA06; LEG-MA09 y LEG-MA10, respectivamente.

de La Guaira y el Refugio de Fauna Silvestre y Estación Científico-Naval Simón Bolívar localizado en Isla de Aves (Cobarrubia-Russo *et al.*, 2019). A pesar de no contar con evidencias fotográficas, los autores (con una amplia experiencia en la identificación de mamíferos acuáticos) sugieren que la presencia de este ecotipo es válida por su descripción anatómica; tamaño considerablemente superior a la forma costera, una coloración más oscura, y sus aletas considerablemente más cortas (Reeves *et al.*, 2008).

Desafortunadamente, los estudios de morfología o craneometría de cetáceos en Venezuela se han visto explícitamente limitados a los reportes de varamientos y mediciones craneométricas para la identificación de los individuos (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2013). En regiones particulares como el Golfo de Venezuela (GV; Fig. 1) este tipo de estudios han estado enfoca-

dos únicamente a las especies *Sotalia guianensis* (Leon, 2005; De Turrís-Morales *et al.*, 2010); y *Stenella frontalis* (Cañizales & Alvarado, 2013) debido a que son los mamíferos acuáticos más frecuentemente observados en la zona (Agudo *et al.*, 1994; Barrios-Garrido *et al.*, 2009, 2015; Espinoza-Rodríguez *et al.*, 2019), con incluso varios especímenes depositados en diferentes colecciones biológicas de las instituciones científicas de la región (Agudo *et al.*, 1994; Cañizales & Alvarado, 2013). No obstante, considerando que *T. truncatus* es el tercer delfínido con mayor número de registros de varamientos en el Golfo de Venezuela (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2013), en este estudio se realizó la descripción preliminar de la morfología craneal de cinco individuos varados, durante 1998 y 2001, con la finalidad de contribuir al estudio de las poblaciones y atender los actuales vacíos de información al respecto de su biología, anatomía y

ecología en las costas venezolanas.

El GV se encuentra localizado específicamente al norte del Sistema del Lago de Maracaibo (Fig. 1), entre los municipios Páez y Almirante Padilla (costa occidental del estado Zulia), el municipio Miranda (costa oriental del estado Zulia) y el estado Falcón (Rodríguez, 2001). La región tiene forma rectangular y alberga diversos tipos de ecosistemas (ej. bosques de manglar, praderas de fanerógamas, arrecifes rocosos, fondos arenosos, entre otros) que confieren a los diferentes organismos una gran variedad de hábitats para su distribución y subsistencia (Morán *et al.*, 2014; Barrios-Garrido & Montiel-Villalobos, 2016; Barrios-Garrido *et al.*, 2016). El GV, en líneas generales, es un cuerpo de agua salada de poca profundidad (entre 60 y 80 m), con una depresión única de fondo arcilloso de poco más de 200 m en la zona cercana a la Península de Paraguaná (Zeigler, 1964). Por su complejo sistema de corrientes superficiales y profundas, aunado a los vientos regionales y locales, este ecosistema presenta diversas áreas de afloramiento que proveen importantes cantidades de nutrientes a múltiples especies, especialmente a los megavertebrados marinos (Zeigler, 1964; Rueda-Roa & Muller-Karger, 2013; Barrios-Garrido *et al.*, 2017; Espinoza-Rodríguez *et al.*, 2019).

Para este estudio, se evaluaron en total cinco cráneos de *T. truncatus* depositados en la colección biológica del Laboratorio de Ecología General (LEG) del Departamento de Biología, y de la Asociación Estudiantil Veterinaria por La Fauna Silvestre (AsoEVeFaS), de la Facultad de Ciencias Veterinarias, ambas dependencias pertenecientes a la Universidad del Zulia (Tabla 1). Todos los ejemplares correspondieron a individuos varados en las costas del GV, desde la playa de Caimare Chico (municipio Mara, estado Zulia) hasta las playas de la zona occidental del estado Falcón (Fig. 1).

En total se midieron 26 variables craneométricas (Fig. 2; Tabla 2), utilizando un calibrador digital marca Steren HER-411 y una cinta métrica (en milímetros), de acuerdo a lo establecido en estudios previos para la identificación y diferenciación poblacional de cetáceos (Perrin, 1975; Mead & Potter, 1995; Turner & Worthy, 2003; Perrin *et al.*, 2011). Cada medida fue tomada una sola vez por el mismo observador (NER). Así mismo, se determinó el 'Número de Alvéolos Maxilares Derecha e Izquierda' (AMd y AMi) como un carácter merístico y de importancia taxonómica (Agudo *et al.*, 1994; Mead & Potter, 1995; León & Barrios, 2001). Los grupos etarios para cada uno de los ejemplares fueron establecidos de acuerdo a los parámetros

previamente determinados para esta especie por Turner & Worthy (2003) y Viaud-Martínez *et al.* (2008), quienes proponen la Longitud Córdilo Basal (LCB) como el rasgo categórico entre los grupos: juveniles = 420 – 470 mm; sub-adultos = 471 – 520 mm y adultos = 521 – 570 mm. Adicionalmente, con la finalidad de realizar una primera aproximación en la identificación de los morfotipos (costero vs. oceánico) de *T. truncatus* presentes en el Golfo de Venezuela, se utilizó la propuesta de Mead & Potter (1995) para definir las dimensiones y relaciones (radios) entre medidas de los pterigoides a partir del 'Ancho de las Narinas Internas' (ANInt), mediante las ecuaciones:

$$(1) \text{ANInt} = (0,129 \times \text{LCB}) + 0,84$$

$$(2) \text{ANInt} = (0,202 \times \text{AZ}) + 1,85$$

en este sentido, si la medida del ANInt de cada individuo, al sustituir en la fórmula los valores de la LCB y el Ancho Zigomático (AZ), es mayor que el predicho por las ecuaciones entonces el espécimen es considerado como de una población oceánica, pues de acuerdo con Mead & Potter (1995) los individuos procedentes de poblaciones costeras presentan poca expansión en los pterigoides (Hale *et al.*, 2000; Perrin *et al.*, 2011).

De acuerdo a los resultados obtenidos, incluyendo los valores de las variables craneométricas y un promedio de alvéolos maxilares de 22 dientes para cada hemimaxila (Tabla 2), los ejemplares analizados corresponden en efecto a la especie *T. truncatus* (Perrin, 1975; Rommel, 1990; Mead & Potter, 1995; Reyes & Molina, 1997; Turner & Worthy, 2003). Considerando los caracteres taxonómicos descriptivos de la especie, se observó que el cráneo es elongado anterorbitalmente y comprimido postorbitalmente —permitiendo un mejor rastreo del medio (Colbert *et al.*, 2005; MacLeod *et al.*, 2007)—, y bilateralmente asimétrico —lo que favorece sustancialmente la ecolocalización (Rommel, 1990; Carwardine, 2002; Colbert *et al.*, 2005; MacLeod *et al.*, 2007)—, no presenta en el extremo proximal de los premaxilares una elevación ósea por delante de las aberturas nasales; los palatinos están poco expuestos en el paladar, y los pterigoideos relativamente poco separados (Rommel, 1990; Reyes & Molina, 1997; Colbert *et al.*, 2005). Además, en esta especie el ancho de los palatinos es menor al 28% del ancho zigomático; los huesos de los nasales son aproximadamente del mismo tamaño, las escotaduras pre-orbitales

TABLA 1 Información detallada de la procedencia y números de catálogo de los ejemplares (cráneos) de *Tursiops truncatus* analizados en este estudio. Acrónimos en el número de catálogo corresponden a: **LEG** = Laboratorio de Ecología General de la Facultad Experimental de Ciencias; **CAEVFS** = Facultad de Ciencias Veterinarias.

Número de catálogo	Localidad	Fecha de colecta	Grupo etario*	EC1/EC2	Medidas reales (AMNInt)
LEG-MA06	ZULIA: Playa Caimare Chico (11°09'14"N - 71°49'27"O)	Julio 1999	Adulto	72, 95/60, 43	67,07
LEG-MA07	FALCÓN: Península de Paraguaná	Abril 2001	Juvenil	56, 96/56, 99	52,23
LEG-MA09	ZULIA: Playa Caimare Chico (11°07'48,60"N - 71°48'33,75"O)	Abril 1998	Sub-adulto	66, 76/49, 32	58,83
LEG-MA10	ZULIA: Playa Caimare Chico (11°06'34,46"N - 71°47'19,96"O)	s/f	Sub-adulto	66, 63/58, 21	67,08
CAEVFS	ZULIA: Golfo de Venezuela (Costa Occidental)	1998	Sub-adulto	67, 28/55, 99	64,83

*Basado en los resultados del presente estudio.

son poco profundas y los bordes laterales de los maxilares no se ven expandidos (Reyes & Molina, 1997; Turner & Worthy, 2003; Colbert *et al.*, 2005).

Los especímenes presentaron mediciones craneales dentro, o cercano, del rango de valores promedios reportados para otras poblaciones de *Tursiops* en el Atlántico (Tabla 2). De los cinco cráneos examinados se reporta la presencia de tres clases etarias: un juvenil (LEG-MA07), tres sub-adultos (LEG-MA09, LEG-MA10 y CAEVFS) y un adulto (LEG-MA06). De acuerdo a las ecuaciones del ANInt, cuatro de los especímenes podrían considerarse como representantes de poblaciones costeras (Mead & Potter, 1995), siendo el ejemplar LEG-MA10 el único individuo que mostró valores menores al valor real observado (Tablas 1 y 2) y presumiblemente puede pertenecer al ecotipo oceánico por las medidas craneométricas expuestas. Las diferencias observadas entre los valores de morfometría craneal en la Tabla 2 sugieren que, tal como ha sido previamente reportado, estos caracteres pueden ser utilizados para la identificación de especímenes, tipos y/o grupos etarios diferenciados por las presiones ecológicas y ambientales de cada hábitat por lo cual son considerados valores de referencia de 'stocks' poblacionales (Hale *et al.*, 2000; Higa *et al.*, 2002; Turner & Worthy, 2003; Goodall *et al.*, 2011; Perrin *et al.*, 2011).

En el Océano Atlántico las poblaciones de *T. truncatus* han sido evaluadas en varias ocasiones y se han reconocido, al igual que en este estudio, la presencia de estos dos tipos (costero y oceánico) según comparaciones morfométricas y craneométricas (Van Waerebeek *et al.*, 1990; Mead & Potter, 1995; Turner & Worthy, 2003; Leatherwood & Reeves, 2012; Costa *et al.*, 2016; Wickert *et al.*, 2016). Este potencial hallazgo puede deberse a las condiciones oceanográficas (ej. vientos, corrientes marinas, batimetría, temperatura en la columna de agua, profundidad, eventos de surgencia, disponibilidad de presas, entre otros) propias del GV, el cual ha sido considerado un hábitat costero con características oceánicas (Castellanos *et al.*, 2002). Sin embargo, es importante resaltar que en este estudio resulta difícil poder identificar con exactitud las zonas de procedencia y hábitat de los individuos debido a que los cadáveres al flotar pudiesen ser desplazados por kilómetros antes de varar (Geraci *et al.*, 1999). Por ello es necesario continuar con el desarrollo de estudios en aguas abiertas que permitan incrementar el conocimiento sobre los parámetros poblacionales de esta especie en el GV.

Varios estudios han reportado individuos de ambos morfotipos para una misma región geográfica, ej. Turner & Worthy (2003) en el Golfo de México; Goodall *et al.* (2011) en las cos-

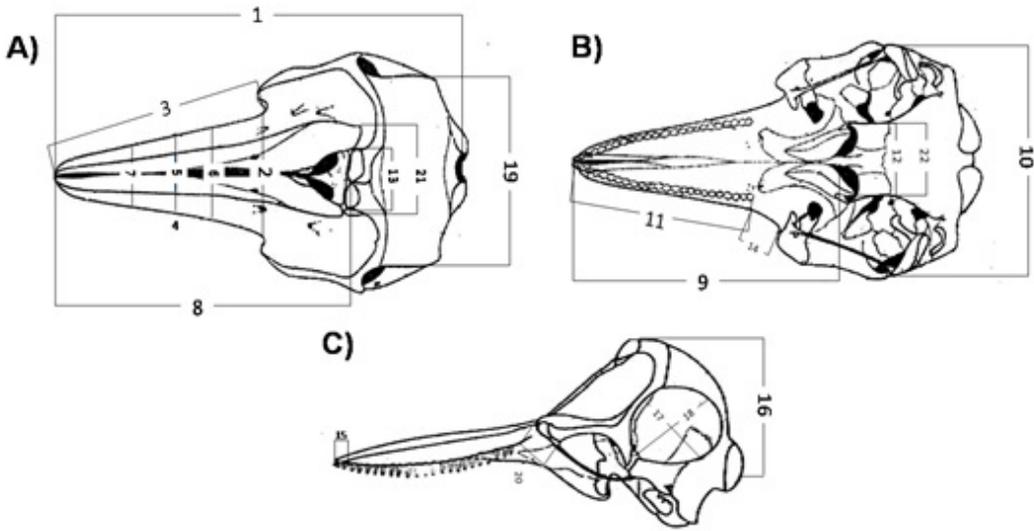


FIGURA 2 Dibujos esquemáticos del cráneo de *Tursiops truncatus*, mostrando algunas medidas craneanas consideradas para este estudio (Rommel, 1990; León & Barrios, 2001; Turner & Worthy, 2003): (A) Vista dorsal. (B) Vista ventral y (C) Vista lateral. Números en las figuras corresponden a las siguientes medidas craneanas: (1) Longitud Cóndilo Basal; (2) Anchura base del Rostrum; (3) Longitud del Rostrum; (4) Anchura a la $\frac{1}{2}$ de la Longitud del Rostrum; (5) Anchura Premaxilares $\frac{1}{2}$ Longitud del Rostrum; (6) Anchura del Rostrum a los $\frac{3}{4}$ de longitud; (7) Anchura del Rostrum 60mm; (8) Longitud del Rostrum-Narinas Externas; (9) Longitud del Rostrum-Narinas internas (10) Ancho Zigomático; (11) Longitud serie dentaria superior derecha; (12) Anchura Narinas internas; (13) Anchura Narinas externas; (14) Ramus derecho; (15) Proyección del premaxilar; (16) Altura Vertical Externa de la Cavidad Craneal; (17) Diámetro menor de la fosa Post Temporal; (18) Diámetro mayor de la fosa Post Temporal; (19) Ancho Craneal a nivel de los Temporales; (20) Longitud Orbital Izquierda; (21) Anchura Premaxilares; (22) Anchura Pterigoides.

tas de Brasil, Uruguay y Argentina; siendo la estructura del hábitat y las adaptaciones alimenticias los principales factores que determinan la distribución y tamaño de dichos grupos (Shane *et al.*, 1986; Díaz Gamboa, 2004; Goodall *et al.*, 2011; Perrin *et al.*, 2011; Costa *et al.*, 2016; Wickert *et al.*, 2016). Por ejemplo, la adaptación a una alimentación basada en peces de talla mediana/pequeña, y de fácil acceso, está generalmente asociada a especímenes costeros, que son generalmente individuos con cráneos de menor tamaño (LCB 494 – 541 mm), dientes finos, procesos pterigoideo en contacto y borde posterior perpendicular al eje longitudinal. Por el contrario, los individuos de hábitos oceánicos presentan un proceso pterigoideo más largo que podría tener un efecto en la producción de sonido al momento de rastrear una presa más pequeña y elusiva (Mead & Potter, 1990, 1995; Van Waerebeek *et al.*, 1990; Goodall *et al.*, 2011;

Perrin *et al.*, 2011). Estas diferenciaciones y adaptaciones morfológicas han sido sugeridas también en poblaciones de otros delfines, como en los casos del delfín manchado pantropical *Stenella attenuata graffmani* (Perrin, 1975) y el delfín girador *S. longirostris* (Perrin *et al.*, 1991). En este sentido, la potencial presencia de ambos morfotipos de *T. truncatus* en el GV destaca la inminente importancia de esta zona como área de distribución de cetáceos, tanto en Venezuela como en el Caribe, debido a la amplia variedad de hábitats y fuentes de alimento que ofrece para los megavertebrados marinos (Rueda-Roa & Muller-Karger, 2013; Barrios-Garrido & Montiel-Villalobos, 2016; Barrios-Garrido *et al.*, 2017; Espinoza-Rodríguez *et al.*, 2019).

Es importante ampliar los esfuerzos de muestreo y el número de estudios de las poblaciones de *T. truncatus* en el GV,

TABLA 2 Medidas craneométricas (en mm) de los ejemplares de *Tursiops truncatus* provenientes del Golfo de Venezuela. Acrónimos en medidas corresponden a: Longitud condilo basal desde la punta del rostrum (LCB), Largo del rostrum medida paralela de los nodos anterorbitales (LRNA), Anchura del rostrum (AR), Anchura del rostrum a los 60 mm (AR60mm), Anchura a la mitad de la longitud de rostrum (AR½LR), Anchura de premaxilares a la mitad de la longitud del rostrum (AP½LR), Anchura del rostrum a los ¾ de longitud (LAR¾), Distancia desde la punta del rostrum hasta las narinas Externas (DRN,Ext), Distancia desde la punta del rostrum hasta las narinas Internas (DRN,Int), Anchura mayor del Pre-Orbital (AMPO), Anchura mayor del supra occipital (AMnSO), Anchura mayor a nivel de las narinas Externas (AMNExt), Distancia mayor a través de los procesos zigomáticos (DMPZ), Anchura mayor de los premaxilares (AMPreM), Altura vertical externa de la cavidad craneal la línea media del Basifenoides al Sima cresta supraoccipital (AVECC), Longitud interna de la cavidad craneal del límite interno del cóndilo occipital (LICCLCO), Diámetro mayor de la fosa post temporal izquierda (DMFTizq), Diámetro menor de la fosa post temporal izquierda (DMnFTizq), Proyección del premaxilar mas allá de los maxilares (PPmM), Distancia de la punta final externa del nasal del margen interno de la cresta supraoccipital (DFENCSCO), Longitud orbital izquierda desde el ápice del proceso pre-orbital del frontal al ápice del proceso post-orbital (LO), Anchura máxima de las narinas interna (AMNInt), Longitud de la serie dentaria superior derecha (LSDSD), Número de la serie dentaria superior Derecha (NDSDS), Número de la serie dentaria superior Izquierda (NDSDSI), Longitud Ramus Derecho (LRD), Ancho craneal a nivel de los temporales (ACT), Ancho Zigomático (AZ).

Medida	LEG-MA06	LEG-MA07	LEG-MA09	LEG-MA10	CAEVFS	Promedio ± DE
LCB	559	511	435	510	515	506 ± 44,6
LRNA	326	298	253	314	299	298 ± 27,7
AR	148	137	113	139	143	136 ± 13,5
AR60mm	121	104	105	120	109	111,8 ± 8,2
A½ LR	102	103	100	113	91,70	101,9 ± 7,6
AP ½LR	50,89	50,00	54	57	58	53,1 ± 3,6
LAR ¾	78,16	84	82	91	85	84,0 ± 4,7
DRN,Ext	423	406	328	429	403	397,8 ± 40,5
DRN,Int	389	389	355	447	348	385,6 ± 39,2
AMPO	258	243	175	231	115	204,4 ± 59,0
AMnSO	240	253	195	230	213	226,2 ± 22,7
AMNExt	66,00	58	49,88	62,11	73,00	61,8 ± 8,7
DMPZ	242	264	205	252	253	243,2 ± 22,7
AMPreM	102,28	98	251	105	98,77	131,0 ± 67,1
AVECC	194	158	213	169	213	189,4 ± 25,2
LICCLCO	163	141	147	146	127	144,8 ± 12,9
DMFTizq	134,11	107,42	112,67	82,29	133,83	114,1 ± 21,5
DMnFTizq	88,49	75,90	70,31	77,57	91,20	80,7 ± 8,8
PPmM	26,73	27,18	14,35	19,59	27	22,1 ± 5,8
DFENCSCO	207	104,14	79,76	130	79,82	120,1 ± 52,8
LO	74,39	67,34	142,84	64,18	76,33	85,0 ± 32,7
AMNInt	67,07	58,83	52,23	67,08	64,83	62,0 ± 6,4
LSDSD	281	252	220	277	251	256,2 ± 24,5
NDSDS	24	22	22	22	22	22,4 ± 0,9
NDSDSI	24	22	23	23	22	22,8 ± 0,8
LRD	292	296	247	317	292	288,8 ± 25,6
ACT	208	185	165	231	226	203 ± 27,8
AZ	290	273	235	279	268	269 ± 20,7

así como las posibles relaciones y/o desplazamientos de individuos entre los ecotipos (Goodall *et al.*, 2011; Perrin *et al.*, 2011; Wickert *et al.*, 2016). De hecho, las diferencias craneales aquí observadas podrían ser corroboradas en función de comparar igualmente los hábitos alimentarios, los contenidos estomacales e incluso secuencias genéticas de las poblaciones.

Este tipo de análisis, en el cual se integran diversos elementos o sistemas, es sumamente importante porque, considerando las diferencias craneales sugeridas entre los delfines costeros y oceánicos, estos dos morfotipos podrían haberse adaptado evolutivamente a diferentes hábitats y, en consecuencia, deberían —en términos de conservación— ser consideradas y manejadas como unidades diferentes de priorización ya que la pérdida de alguna de las poblaciones no necesariamente indicaría la recolonización por aquella remanente (Perrin *et al.*, 2011). Como lo han explicado varios autores (Romero *et al.*, 2001; Bearzi *et al.*, 2009; Perrin *et al.*, 2011; Jury, 2018), las zonas costeras son particularmente susceptibles a las amenazas de origen humano y/o natural (ej. contaminación, presión pesquera, degradación de los hábitats por eventos meteorológicos de alto impacto, etc.) por lo que las densidades poblaciones de delfines, y cualquier otro organismo, que haga uso de estas zonas esta igualmente amenazado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a los profesores y asistentes de investigación del Laboratorio de Ecología General de la Facultad Experimental de Ciencias y a la Asociación Estudiantil de Veterinaria por la Fauna Silvestre (AsoEVeFaS) de la Facultad de Ciencias Veterinarias, quienes amablemente facilitaron el acceso a los ejemplares de colección y los espacios para la realización del trabajo. El presente estudio se realizó bajo la Providencia Administrativa N° 0038, de fecha 30/12/2011, contentiva de la Licencia de Cacería Científica otorgada por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente (hoy Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo). Se extiende un agradecimiento especial al Editor Académico asignado y a los tres revisores anónimos por sus valiosos comentarios y aportes durante la evaluación del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores de este trabajo certifican que Héctor Barrios-Garrido es miembro del equipo editorial de la revista *Ecotrópicos* y que esto no alteró ni condicionó el cumplimiento, por parte de todos los autores, de las políticas y criterios editoriales de la revista.

ABSTRACT

Craniometrical descriptions of five specimens for the Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Cetartiodactyla: Delphinidae) from the Gulf of Venezuela coasts. The Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is the third most frequently observed species in the Gulf of Venezuela (GV). Because most of the studies on this species have been focused only to records of the presence of individuals stranded across the Gulf of Venezuela coasts, there are important information gaps regarding the biology, anatomy, and ecology of this population. In this study, we performed the preliminary description of the cranial morphology of five individuals (one adult, three sub-adults and one juvenile) stranded during the years 1998-2001 in the coast of the GV. Craniometrical measurements were recorded using a caliper and a flexible measuring tape, determining also the 'Number of Right and Left Maxillary Alveoli' such as meristic and taxonomic importance feature for this species. The identification of the morphotypes (coastal vs. oceanic) of the individuals was carried out through the ratios between measurements of the pterygoids was based on the 'Width of the Internal Narines'. We observed, on average, 22 teeth as number of maxillary alveoli for each hemi-maxilla. The specimens corresponded to four individuals with coastal habitats and only one from population with likely oceanic habits. These results corroborate the presence for both morphotypes of *T. truncatus* across the GV, as well as the need to carry out sighting surveys at the open sea of this ecosystem increasing our knowledge about the ecology of the species and its populations in the western region of Venezuela.

KEYWORDS: Aquatic mammals, cranial morphology, morphotypes, phenotypic variation.

REFERENCIAS

- Agudo AI, Vilorio AL, Coty JR & Acosta RJ. 1994. Cetofauna (Mammalia: Cetacea) del Estado Zulia, Venezuela noroccidental. *Anartia* 5: 1–23.
- Barrios-Garrido H, Boher-Bentti S, De Turrís-Morales K, Espinoza-Rodríguez N, Ferrer-Pérez A, Herrera-Trujillo OL, León T, Oviedo L, Pirela D, Portocarrero-Aya M *et al.* 2015. Tonina costera, *Sotalia guianensis*. En: Rodríguez JP, García-Rawlins A & Rojas-Suarez F (Eds.) *Libro Rojo de la Fauna Venezolana*, Provita, Fundación Empresas Polar, Caracas, Venezuela. Disponible en: www.animalesamenazados.provita.org.ve/content/guaragua.
- Barrios-Garrido H, Bolívar J, Benavides L, Vilorio J, Dugarte-Contreras FN & Wildermann N. 2017. Evaluación de la pesquería de palangre artesanal y su efecto en la Raya Hocicona (*Dasyatis guttata*) en Isla Zapara-Golfo de Venezuela. *Latin American Journal of Aquatic Research* 45: 302–310.
- Barrios-Garrido H, Espinoza N, Wildermann N & Montiel-Villalobos MG. 2009. Primer registro de la Ballena Cabeza de Melón (*Peponocephala electra*) en la costa del Estado Zulia, Venezuela. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 43: 397–404.
- Barrios-Garrido H & Montiel-Villalobos MG. 2016. Strandings of Leatherback turtles (*Derموchelys coriacea*) along the western and southern coast of the Gulf of Venezuela. *Herpetological Conservation and Biology* 11: 244–252.
- Barrios-Garrido H, Petit-Rodríguez MJ, Vera F, Montiel-Villalobos MG, Moran L & Wildermann N. 2016. Riqueza y distribución de corales pétreos en la costa noroccidental del Golfo de Venezuela. *Ciencia* 24: 27–40.
- Bearzi M, Saylan CA & Hwang A. 2009. Ecology and comparison of coastal and offshore bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in California. *Marine and Freshwater Research* 60: 584–593.
- Birkun A. 2019. *Tursiops truncatus* ssp. *ponticus*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012.RLTS.T133714A17771698.en>. (Consultado el 26 de mayo de 2019).
- Bolaños-Jiménez J, Balladares C, Barrios-Garrido H, Bermúdez-Villapol L, De Turrís K, Espinoza Rodríguez N, Gonzalez-Fernandez M & Sanchez-Criollo L. 2015. Varamientos de cetáceos en Venezuela: 1988-2014. *Notas Mastozoológicas* 2: 238.
- Bolaños-Jiménez J, Barrios-Garrido H, Espinoza Rodríguez N, Manzanilla A, Pirela D, Sánchez-Criollo L & De Turrís-Morales K. 2013. Los mamíferos marinos del Golfo de Venezuela: actualización del inventario de especies. En: *de Ecología (SVE) SV* (Ed.) *Libro de Resúmenes del X Congreso Venezolano de Ecología*, Alfred A. Knopf Inc., Mérida, Venezuela, p. 251.
- Caballero S, Trujillo F, Vianna J, Barrios-Garrido H, Montiel M, Beltrán-Pedrerós S, Marmontel M, Santos M, Rossi-Santos M, Santos F *et al.* 2007. Taxonomic status of the genus *Sotalia*: Species level ranking for "tucuxi" (*Sotalia fluviatilis*) and "costero" (*Sotalia guianensis*) dolphins. *Marine Mammal Science* 23: 358–386.
- Caballero S, Trujillo F, Vianna JA, Barrios-Garrido H, Montiel M, Beltrán-Pedrerós S, Marmontel M, Santos MCdO, Rossi-Santos M & Santos F. 2010. Mitochondrial DNA diversity, differentiation and phylogeography of the South American riverine and coastal dolphins *Sotalia fluviatilis* and *Sotalia guianensis*. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 8: 69–79.
- Carpenter KE & De Angelis N. 2002. *The living marine resources of the Western Central Atlantic*, volume 2. Food and agriculture organization of the United Nations, Rome, Italia.
- Carwardine M. 2002. *Whales, dolphins, and porpoises. Second Edition*. Smithsonian Handbooks, Dorling Kinderley Publications, Inc, Londres, UK.
- Castellanos P, Varela R & Muller-Karger F. 2002. Descripción de las áreas de surgencia al sur del Mar Caribe examinadas con el sensor infrarrojo AVHRR. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 154: 55–76.
- Cañizales I & Alvarado MC. 2013. Morfometría craneana del delfín manchado del Atlántico, (*Stenella frontalis* Cuvier, 1829) en el Noroeste del estado Zulia, Venezuela. *Boletín Académico de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales* 73: 35–50.
- Charlton-Robb K, Gershwin L, Thompson R, Austin J, Owen K & McKechnie S. 2011. A new dolphin species, the Burrnan dolphin *Tursiops australis* sp. nov., endemic to southern Australian coastal waters. *PLoS ONE* 6: e24047.
- Cobarrubia-Russo S, Gómez M, Pereira C, Molero-Lizarraga A & López-Sánchez B. 2019. Primer registro del ecotipo oceánico de delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en Venezuela. *Anartia* 28: 92–93.
- Colbert MW, Racicot R & Rowe T. 2005. Anatomy of the cranial endocast of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, based on HRXCT. *Journal of Mammalian Evolution* 12: 195–207.
- Costa A, Rosel P, Daura-Jorge F & Simões-Lopes P. 2016. Off-shore and coasta common bottlenose dolphins of the western South Atlantic face-to-face: What the skull and the spine can tell us. *Marine Mammal Science* 32: 1433–1457.

- De Queiroz K. 2007.** Species concepts and species delimitation. *Systematic Biology* **56**: 879–886.
- De Turrís-Morales K, Barrios-Garrido H, Espinoza-Rodríguez N & Delgado-Ortega G. 2010.** Caracteres no métricos de dos poblaciones del delfín estuarino (*Sotalia guianensis*) en el Sistema del Lago de Maracaibo. En: *Memorias de las XII Jornadas Nacionales de Investigación y Postgrado*, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela, p. 251.
- Díaz Gamboa R. 2004.** Diferenciación entre tursiones *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno p. 62.
- Espinoza-Rodríguez N, De Turrís-Morales K, Shimada T & Barrios-Garrido H. 2019.** Guiana Dolphin (*Sotalia guianensis*) in the southern Gulf of Venezuela: Seasonal distribution, group size, and habitat use. *Regional Studies in Marine Science* **32**: 100874.
- Geraci J, Harwood J & Lounsbury V. 1999.** Marine mammal die-offs: causes, investigations, and issues. En: **Twiss J & Reeves R** (Eds.) *Conservation and management of marine mammals*, Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., USA, pp. 367–395.
- Goodall R, Marchesi M, Pimper L, Dellabianca N, Benegas L, Torres M & Riccialdelli L. 2011.** Southernmost records of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Polar Biology* **34**: 1085–1090.
- Hale P, Barreto A & Ross G. 2000.** Comparative morphology and distribution of the *aduncus* and *truncatus* forms of bottlenose dolphin *Tursiops* in the Indian and Western Pacific Oceans. *Aquatic Mammals* **26**: 101–110.
- Hernández-Romero P, Guerrero J & Valdespino C. 2015.** Morphological variability of the cranium of *Lontra longicaudis* (Carnivora: Mustelidae): a morphometric and geographic analysis. *Zoological Studies* **54**: 50.
- Hernández-Romero P, Gutiérrez-Rodríguez C, Valdespino C & Prieto-Torres D. 2018.** The Role of Geographical and Ecological Factors on Population Divergence of the Neotropical otter *Lontra longicaudis* (Carnivora, Mustelidae). *Evolutionary Biology* **45**: 37–55.
- Higa A, Hingst-Zaher E & Vivo Md. 2002.** Size and shape variability in the skull of *Pontoporia blainvillei* (Cetacea: Pontoporiidae) from the Brazilian coast. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* **1**: 145–152.
- Jefferson TA, Webber MA & Pitman RL. 2011.** *Marine mammals of the world: a comprehensive guide to their identification*. Academic Press of Elsevier, San Diego, USA.
- Jury MR. 2018.** Eastern Venezuela coastal upwelling in context of regional weather and climate variability. *Regional Studies in Marine Science* **18**: 219–228.
- Leatherwood S & Reeves RR. 2012.** *The bottlenose dolphin*. Elsevier.
- Leon T. 2005.** *Craneometría del género Sotalia y algunos aspectos de su ecología*. Trabajo Especial de Grado, Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- León T & Barrios H. 2001.** Primer registro del cachalote enano *Kogia simus* (Owen, 1866)(Cetacea: Kogiidae) en las costas de Venezuela. *Anartia* **14**: 1–7.
- MacLeod CD, Reidenberg J, Weller M, Santos M, Herman J, Gould J & Pierce G.J. 2007.** Breaking symmetry: the marine environment, prey size, and the evolution of asymmetry in cetacean skulls. *The Anatomical Record: Advances in Integrative Anatomy and Evolutionary Biology* **290**: 539–545. Disponible en: <https://anatomypubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ar.20539>.
- Mead IG & Potter CW. 1990.** Natural History of Bottlenose Dolphins Along the Central Atlantic Coast of the United States. En: **Leatherwood S & Reeves R** (Eds.) *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, CA, pp. 165–195.
- Mead JG & Potter CW. 1995.** Recognizing two populations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) of the Atlantic coast of North America—morphologic and ecologic considerations. *IBI Reports* **5**: 31–44.
- Morán L, Severeyn H & Barrios-Garrido H. 2014.** Moluscos bivalvos perforadores de rocas coralinas submareales de la alta Guajira, Golfo de Venezuela. *Interciencia* **39**: 136–139.
- Oviedo L & Silva N. 2005.** Sighting frequency and relative abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the northeast coast of Margarita Island and Los Frailes Archipelago, Venezuela. *Revista de Biología Tropical* **53**: 595–600.
- Perrin W. 2019.** World Cetacea Database. *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). Disponible en: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=137111>. (Consultado el 08 de noviembre de 2019).
- Perrin W, Akin P & Kashiwada J. 1991.** Geographic variation in external morphology of the spinner dolphin *Stenella longirostris* in the eastern Pacific and implications for conservation. *Fishery Bulletin* **89**: 411–428.

- Perrin W, Thieleking J, Walker W, Archer F & Robertson K. 2011.** Common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in California waters: Cranial differentiation of coastal and offshore ecotypes. *Marine Mammal Science* **27**: 769–792.
- Perrin WF. 1975.** Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the eastern Pacific and Hawaii. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography* **21**: 206.
- Perrin WF, Würsig B & Thewissen J. 2009.** *Encyclopedia of marine mammals*. Academic Press, Londres, UK.
- Reeves R, Stewart B, Clapham P & Powell J. 2008.** Common bottlenose dolphin. En: **Reeves R, Stewart B, Clapham P & Powell J** (Eds.) *Guide to marine mammals of the world*, Alfred A. Knopf Inc., New York, USA, pp. 358–361.
- Reyes JC & Molina DM. 1997.** Clave artificial para la identificación de cráneos de cetáceos del Pacífico Sureste. *Boletín Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* **46**: 95–117.
- Rodríguez G. 2001.** El Lago de Maracaibo como cuenca anaeróbica natural: Uso de líneas de base históricas en estudios de impacto ambiental. *Interciencia* **26**: 450–456.
- Romero A, Agudo I, Green S & Di Sciara G. 2001.** *Cetaceans of Venezuela: Their distribution and conservation status*. NOAA Technical Report NMFS 151. A Technical Report of the Fishery Bulletin. US Department of Commerce, Washington, USA.
- Rommel S. 1990.** Osteology of the Bottlenose Dolphin. En: **Leatherwood S & Reeves R** (Eds.) *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, CA, pp. 29–49.
- Rueda-Roa DT & Muller-Karger FE. 2013.** The southern Caribbean upwelling system: Sea surface temperature, wind forcing and chlorophyll concentration patterns. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* **78**: 102–114.
- Segura-García I, Rojo-Arreola L, Rocha-Olivares A, Heckel G, Gallo-Reynoso JP & Hoelzel R. 2018.** Eco-Evolutionary processes generating diversity among bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, populations off Baja California, Mexico. *Evolutionary biology* **45**: 223–236.
- Shane SH, Wells RS & Würsig B. 1986.** Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science* **2**: 34–63.
- Turner JP & Worthy GA. 2003.** Skull morphometry of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Mexico. *Journal of Mammalogy* **84**: 665–672.
- Van Waerebeek K, Reyes J, Read A & McKinnon J. 1990.** Preliminary observations of bottlenose dolphins from the Pacific coast of South America. En: **Leatherwood S & Reeves R** (Eds.) *The bottlenose dolphin*, Academic Press, San Diego, CA, pp. 101–128.
- Viaud-Martinez KA, Brownell Jr RL, Komnenou A & Bohonak AJ. 2008.** Genetic isolation and morphological divergence of Black Sea bottlenose dolphins. *Biological conservation* **141**: 1600–1611.
- Wells R, Natoli A & Braulik G. 2019.** *Tursiops truncatus*. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T22563A50377908.en>. (Consultado el 23 de julio de 2019).
- Wickert JC, von Eye SM, Oliveira LR & Moreno IB. 2016.** Revalidation of *Tursiops gephyreus* Lahille, 1908 (Cetartiodactyla: Delphinidae) from the southwestern Atlantic Ocean. *Journal of Mammalogy* **97**: 1728–1737.
- Yang G, Ji G, Ren W, Zhou K & Wei F. 2005.** Pattern of genetic variation of bottlenose dolphins in Chinese waters. *Raffles Bulletin of Zoology* **53**: 157–64.
- Zeigler JM. 1964.** The hydrography and sediments of the Gulf of Venezuela. *Limnology and Oceanography* **9**: 397–411.