



NOTA / NOTE:

Primer registro de la interacción entre *Isistius* sp. (Elasmobranchii: Dalatiidae) y *Balaenoptera physalus* (Mysticeti: Balaenopteridae) en aguas venezolanas

First record of the interaction between *Isistius* sp. (Elasmobranchii: Dalatiidae) and *Balaenoptera physalus* (Mysticeti: Balaenopteridae) in Venezuelan waters

Juan Esteves¹, Arnaldo Figueredo¹, Rodrigo Acosta¹, Carlos Lira¹ y Luis Bermúdez-Villapol²

0000-0002-8396-5697

0000-0002-9030-2453

0000-0001-8338-5345

¹ Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Departamento de Acuicultura, Boca del Río, Isla de Margarita, Venezuela. j_manuel_est_glln@hotmail.com (J.E.), arnaldo.figueroa@ne.udo.edu.ve (A.F.), reap-marine-biology@hotmail.com (R.A.), carlos.lira@ne.udo.edu.ve (C.L.).

² Ministerio del Poder Popular para el Ecosocialismo y Aguas, Dirección Estatal Nueva Esparta, La Asunción, Isla de Margarita, Venezuela. luisbiodiversidad61@gmail.com (L.B.).

RESUMEN

El varamiento de un macho adulto de *Balaenoptera physalus* (Mysticeti: Balaenopteridae) en playa Los Cocoteros en la isla de Margarita, Venezuela, dio la oportunidad de estudiar su interacción con el tiburón cigarro. Se encontraron 33 lesiones en diversos puntos del tegumento del rorcual, con forma ovalada o redondeada como cráteres, de 5 a 7 cm de largo, 5 a 6 cm de ancho y 3 a 5 cm de profundidad. En su gran mayoría, estaban frescas. Las heridas fueron atribuidas al tiburón *Isistius* sp. (Elasmobranchii: Dalatiidae), dadas las notables correspondencias. La presente nota constituye la primera asociación conocida entre el tiburón cigarro y la ballena de aleta en aguas venezolanas, caribeñas y del Atlántico occidental.

PALABRAS CLAVES: Tiburón cigarro, Rorcual Común, Ballena de Aleta, Mordeduras.

ABSTRACT

The stranding of an adult male *Balaenoptera physalus* (Mysticeti: Balaenopteridae) in Los Cocoteros Beach in Margarita Island, Venezuela, gave the chance of studying the interactions present in it. 33 injuries were found in several points of rorqual tegument; oval or rounded in shape, like craters, from 5 to 7 cm long, 5 to 6 cm wide, and 3 to 5 cm deep. Most of them, were fresh. Wounds were attributed to the cookie cutter shark *Isistius* sp. (Elasmobranchii: Dalatiidae), given the remarkable correspondences. The present note constitutes the first known association between the cookie cutter shark and the fin whale in Venezuelan, Caribbean and western Atlantic waters.

KEY WORDS: Cookie Cutter Shark, Fin Whale, Bitemarks.

El tiburón cigarro, nombre vernáculo de dos especies del género *Isistius* Gill, es un pequeño tiburón de la familia Dalatiidae que alcanza una longitud máxima de 56 cm, se distribuye en aguas pelágicas tropicales y subtropicales de todos los océanos, siendo capturado entre la superficie y 3500 m de profundidad (Ebert, 2013, 2015; Ebert y Stehmann, 2013; Petean, 2014). Es un pez que se alimenta de animales marinos de gran tamaño como atunes, peces espada, ballenas, tiburones, delfines, entre otros (Dwyer y Visser, 2011; Hoyos-Padilla *et al.*, 2013). Incluso, Honebrink *et al.* (2011) catalogan al ser humano como presa potencial de este pez.

Por otra parte, el rorcual común, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus), es la segunda especie animal viva más grande del mundo, llegando a medir en algunos casos 27 m de longitud y pesar hasta 75 ton (Shirihai y Jarrett, 2006; Bolaños-Jiménez *et al.*, 2015). Su distribución es cosmopolita, observándose principalmente en mares templados y polares, en aguas litorales y oceánicas, presentando una migración latitudinal de temporada (Jefferson *et al.*, 1993; Clark y Charif, 1998). Ha sido una de las especies más afectadas históricamente por la industria ballenera, al punto que sus poblaciones disminuyeron drásticamente. Por ello, CITES (2014) lo incluye en su apéndice I y la UICN lo incorpora en su lista roja de especies amenazadas (Reilly *et al.*, 2013). De la misma manera, figura en el Anexo II del Protocolo relativo a las áreas y flora y fauna silvestres especialmente protegidas en la Región del Gran Caribe (SPAW, 1991) y se encuentra registrada en el Libro Rojo de la Fauna Venezolana (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2015). Este cetáceo es un organismo fundamental en la dinámica del ecosistema marino, al transferir nutrientes y energía a otros eslabones de la cadena, siendo quizás el más eurífago de los balaenopterídeos (Aguilar, 1985). En Venezuela, los registros de *B. physalus* son muy escasos y no existen estimados sobre su tamaño poblacional (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2015).

Varamientos de mamíferos marinos ocurren frecuentemente en las costas de todo el mundo, afectando mayormente odontocetos (Simmonds, 1997; Bolaños-Jiménez *et al.*, 2014). En Venezuela, entre 1988 y 2014 se registraron 614 eventos que reunieron 23 especies, 3 de ellos correspondientes a *B. physalus* (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2014). Aunque se ha percibido cierta estacionalidad, su ocurrencia precisa no es predecible, lo cual dificulta generar información sobre las relaciones simbióticas que estos mamíferos puedan mantener.

El varamiento de un ejemplar macho de 19.9 m de *B. physalus* en la isla de Margarita, Venezuela (coordenadas 10°59'32.28" N y 64°23'40.46" O), ofreció el escenario

The cookie-cutter shark is the common name for two species of the genus *Isistius* Gill small sharks of the family Dalatiidae that reach maximum lengths of 56 cm and are distributed throughout pelagic tropical and subtropical waters of all oceans, often being captured between the surface and 3,500-m depths (Ebert, 2013, 2015; Ebert and Stehmann, 2013; Petean, 2014). These sharks feed on large marine animals such as tuna, swordfish, whales, sharks, and dolphins (Dwyer and Visser, 2011, Hoyos-Padilla *et al.*, 2013). Honebrink *et al.* (2011) even catalog humans as being this fish's potential prey.

The common rorcual, also known as the fin whale, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus) is the second largest living animal, in some cases reaching 27 m in length and weighing up to 75 tons (Shirihai and Jarrett, 2006; Bolaños-Jimenez *et al.* 2015). Its distribution is cosmopolitan, being observed mainly in temperate and polar seas and coastal and oceanic waters, presenting a seasonal latitudinal migration (Jefferson *et al.*, 1993, Clark and Charif, 1998). This species has been one of the most historically affected by the whaling industry, and its populations have decreased drastically. Therefore, the Convention on International Trade in Endangered Species (CITES, 2014) includes it in Appendix I, and the International Union for Conservation of Nature (IUCN) includes it on the Red List of threatened species (Reilly *et al.*, 2013). It also appears in Annex II of the Protocol on specially protected areas and flora and fauna in the Grand Caribbean Region (SPAW, 1991) and is registered in the Red Book of Venezuelan Wildlife (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2015). This cetacean plays an important role in marine ecosystem dynamics, transferring nutrients and energy to trophic levels, being perhaps the most euryphagic of the balaenopterids (Aguilar, 1985). In Venezuela, records of *B. physalus* are rare, and no estimates exist on their population size (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2015).

Marine mammals, primarily odontocetes, frequently become stranded on coasts worldwide (Simmonds, 1997, Bolaños-Jiménez *et al.*, 2014). In Venezuela, between 1988 and 2014, 614 events, affected 23 species, 3 of them involving *B. physalus* (Bolaños-Jiménez *et al.*, 2014). Although they appear to be seasonal, precise occurrences are unpredictable, making it difficult to generate information on the symbiotic relationships that these mammals maintain.

The stranding of a 19.90-m-long male *B. physalus* on Isla de Margarita, Venezuela (10°59'32.28" N and

apropiado para describir y registrar la interacción del tiburón cigarro con el rorcual común. El cetáceo fue observado por vecinos del sector desde que se aproximó a la costa, dando alerta temprana a las autoridades. Eso permitió realizar un monitoreo cercano del varamiento, pudiendo observar el ejemplar aún vivo y seguir su evolución, hasta su muerte y disposición final. La ballena fue medida y sexada de acuerdo con Smith (2002). Al individuo se le realizaron exhaustivos exámenes externos *in situ* para determinar la existencia de organismos epibiontes macroscópicos adheridos y/o macroparásitos.

Se evidenciaron 33 lesiones en diversos puntos del tegumento del rorcual. No se descarta la existencia de otras lesiones en las zonas subyacentes del ejemplar varado. Las heridas tenían forma ovalada o redondeada, como cráteres, de 5 a 7 cm de largo, 5 a 6 cm de ancho y 3 a 5 cm de profundidad (Fig. 1A). Alrededor de 10% de las heridas mostraban remodelación completa, 60% eran más recientes, aunque avanzando en la reparación dérmica, mientras el 30% restante eran muy recientes aun sangrantes. (Fig. 1B). Las heridas fueron atribuidas al tiburón cigarro, *Isistius* sp. (Dalatiidae).

64°23'40.46" W), provided a good opportunity to describe and report interactions between the cookie-cutter shark and the common fin whale. Nearby fishermen observed the cetacean as it approached the coast, providing an early warning to authorities. The stranding was closely monitored and followed until the whale's death and final disposition. The whale was measured and sexed per Smith (2002) and underwent extensive external *in situ* examinations to determine the presence of adhered macroscopic epithelial organisms and/or macroparasites.

Thirty-three lesions were evidenced along different points of the whale's integument. Other lesions in the underlying areas of the stranded specimen were not ruled out. The wounds were oval or rounded, crater-like, 5 to 7 cm long, 5 to 6 cm wide and 3 to 5 cm deep (Fig. 1A). Approximately 10% of the wounds showed complete remodeling; 60% were more recent but were advancing in dermal repair; and the remaining 30% were very recent and still bleeding (Fig. 1B). The wounds were attributed to the cookie-cutter shark, *Isistius* sp. (Dalatiidae).



Figura 1. Lesiones dérmicas causadas por *Isistius* sp. en ejemplar de *Balaenoptera physalus* varado en Isla de Margarita, Venezuela. A) y B) recientes, C) en proceso de cicatrización y D) remodeladas.

Figure 1. Dermal lesions caused by *Isistius* sp. on a *Balaenoptera physalus* specimen stranded on Isla de Margarita, Venezuela. A) and B) recent, C) in the process of healing and D) remodeled.

Mackintosh y Wheeler (1929) son los primeros que describen con detalle heridas en *B. physalus* y *B. musculus* en aguas subtropicales y templadas, pero no pudieron concluir cual fue el origen de las mismas. Jones (1971) fue quien vinculó este tipo de lesiones con mordeduras de tiburón cigarro. Posteriormente, abundan los registros de lesiones en cetáceos atribuidas a *Isistius* spp. (Pérez-Zayas *et al.*, 2002; Moore *et al.*, 2003; Dwyer y Visser, 2011; Wenzel y López, 2012; Hoyos-Padilla *et al.*, 2013). Las heridas de *Isistius* spp. han sido descritas por varios autores (Mackintosh y Wheeler, 1929; Jones, 1971; Williams y Bunkley-Williams, 1996; Souto *et al.*, 2007; Best y Photopoulou, 2016), coincidiendo satisfactoriamente con las observaciones de este estudio tanto en medidas como en morfología.

Isistius es el único género de tiburones conocido por mantener relaciones parasitarias con otros organismos (Helfman *et al.*, 2009). Entre las adaptaciones para ese estilo de vida, los tiburones cigarro poseen dientes proporcionalmente muy grandes en relación con su cuerpo, organizados muy juntos. Jones (1971) describe que los labios se proyectan y adosan a la superficie al morder, haciendo un sello, la lengua se desplaza hacia atrás gracias a los bien desarrollados músculos coracohioides y se mantienen cerrados los espiráculos conformando una gran cavidad bucal capaz de generar un gran vacío, el cual, aunado a su gran velocidad y la rotación corporal que imprimen al morder, les permite extraer grandes bocados cónicos de sus hospederos (Shirai y Nakaya, 1992; Williams y Bunkley-Williams, 1996; Mota, 2004; Nelson, 2006; Helfman *et al.*, 2009).

Otras afectaciones dérmicas reportadas en organismos marinos son las infligidas por balanos (Balanidae), lampreas (Petromyzontidae) y rémoras (Echeneidae). Tales interacciones son descartadas en este caso por el tipo de heridas generadas, claramente distinguibles por su menor tamaño y profundidad, entre otros aspectos. Los balanos como *Coronula* sp. producen lesiones muy superficiales; aunque embebidas en la piel, realmente no penetran la epidermis (Mackintosh y Wheeler, 1929). Se trata de una impresión grisácea con surcos y crestas dispuestos radialmente (Mead *et al.*, 1982). Las lampreas suelen raspar el tegumento de peces y/o cetáceos con sus dientes queratinosos, nutriéndose de los fluidos del hospedero, generando daños superficiales con un patrón característico: abrasión epidérmica alrededor del disco de succión, con un orificio central (Williams y Bunkley-Williams, 1996). Los mismos autores señalan que las lampreas se asocian a numerosas especies de peces, pero son raras en ballenas, al menos en aguas atlánticas. *Petromizon*

Mackintosh and Wheeler (1929) were the first to describe in detail injuries in *B. physalus* and *B. musculus* in subtropical and temperate waters but could not conclude the injuries' source. Jones (1971) linked these injuries to cookie-cutter shark bites. Subsequently, reports of lesions in cetaceans have been attributed to *Isistius* spp. (Pérez-Zayas *et al.*, 2002; Moore *et al.*, 2003; Dwyer and Visser, 2011; Wenzel and López, 2012; Hoyos-Padilla *et al.*, 2013). Wounds to *Isistius* spp. have been described by several authors (Mackintosh and Wheeler, 1929; Jones, 1971; Williams and Bunkley-Williams, 1996; Souto *et al.*, 2007; Best and Photopoulou, 2016), coinciding closely with this study's observations in both measurements and morphology.

Isistius is the only shark genus known to maintain parasitic relationships with other organisms (Helfman *et al.*, 2009). Among their adaptations to that lifestyle, cookie-cutter sharks have teeth that are proportionately large for their bodies and are organized closely together. Jones (1971) described that their lips are projected and attached to the surface when biting, forming a seal, and their tongues move backwards due to the well-developed coracohyoid muscles. The spiracles remain closed, forming a large oral cavity that generates a great vacuum, which, coupled with the sharks' great speed and body rotation that imprints upon biting, allows the sharks to extract large conical bites from their hosts (Shirai and Nakaya, 1992; Williams and Bunkley-Williams, 1996; Mota, 2004; Nelson, 2006; Helfman *et al.*, 2009).

Other reported skin affectations in marine organisms are those inflicted by barnacles (Balanidae), lampreys (Petromyzontidae) and remora (Echeneidae). Such interactions were discarded in this case because of the type of wounds generated, clearly distinguishable by their smaller size and shallower depth, among other aspects. Barnacles, such as *Coronula* sp., produce superficial injuries, and, although embedded in the skin, do not penetrate the epidermis (Mackintosh and Wheeler, 1929) but leave a grayish impression with radially arranged furrows and ridges (Mead *et al.*, 1982). Lampreys usually scrape the integument of fish or cetaceans with their keratinous teeth, feeding on host fluids and generating superficial damage with a characteristic pattern: epidermal abrasion around the suction disk, with a central hole (Williams and Bunkley-Williams, 1996). These authors indicated that lampreys are associated with numerous fish species but rarely with whales, at least in Atlantic waters.

marinus Linnaeus, única especie marina del grupo, presenta generalmente una distribución antitropical, es decir, solo se encuentra en aguas templadas del este y el oeste del Atlántico Norte (Renaud, 2011). Las lesiones asociadas a rémoras son de bajo impacto patológico, mayormente irritaciones dérmicas, ya que se alimentan principalmente de residuos de la comida de sus hospederos, no de sus tejidos (Williams y Bunkley-Williams, 1996).

Otros elasmobranquios, como *Dalatias licha* (Bonaterre), han sido registrados en la misma área geográfica (Tagliafico *et al.*, 2007) y tienen dimensiones (cuando juveniles) y una formula dentaria capaz de infligir daños similares a los evidenciados en este trabajo. No obstante, los hábitos alimentarios de esta especie están suficientemente estudiados, constituidos por variados tipos de presas pequeñas (López Calero, 2013), en lugar de grandes mamíferos marinos. No se conoce ninguna referencia en la literatura que vincule a *D. licha* con las mordeduras de este tipo encontradas en grandes hospedadores marinos.

Hay consenso en que los cetáceos marinos sufren heridas por *Isistius* spp. exclusivamente en aguas cálidas, por lo cual las mismas podrían dar información sobre sus patrones migratorios o su edad (Mackintosh y Wheeler, 1929; Mead *et al.*, 1982; Williams y Bunkley-Williams, 1996). Heridas atribuibles a *Isistius* sp. ya fueron observadas en Venezuela en un ejemplar de *Kogia sima* varado vivo al noreste del país en 2001 (Bermúdez-Villapol *et al.*, 2008). Todo lo anterior constituye un poderoso indicativo de la ocurrencia del parasitismo facultativo de *Isistius* en *B. physalus* en aguas venezolanas. Lesiones en *B. physalus* consistentes con ataques del elasmobranquio han sido señaladas en las islas Georgias del Sur (Mackintosh y Wheeler, 1929), Pacífico oriental (Jefferson *et al.*, 1993), islas de Cabo Verde (Moore *et al.*, 2003; Wenzel y López, 2012) y Suráfrica (Best y Photopoulou, 2016). Hasta donde pudo investigarse, la presente constituye la primera referencia de esta relación para aguas venezolanas e incluso para el Caribe y el Atlántico occidental.

Aunque abundan estudios de lesiones causadas por el tiburón cigarro, poco se sabe de la magnitud de éstas. Best y Photopoulou (2016) refieren hasta 43 lesiones de *Isistius* sp. en rorcual común, por lo cual el caso objeto de esta nota pudiera considerarse de alta severidad. La variabilidad en la condición de las lesiones indica que la interacción entre *Isistius* y *B. physalus* ocurrió en un amplio periodo de tiempo (posiblemente meses). Esto concuerda con el comportamiento parasítico atribuido a *Isistius* en ejemplares capturados o revisados en vivo. Las lesiones más recientes podrían sugerir

Petromyzon marinus Linnaeus, the only marine species of the group, generally presents an antitropical distribution pattern, that is, it is only found in temperate eastern and western North Atlantic waters (Renaud, 2011). Injuries associated with remora are of low pathological impact and mainly include dermal irritations because they feed mainly on food residue from their hosts, not on the host's tissues (Williams and Bunkley-Williams, 1996).

Other elasmobranches, such as *Dalatias licha* (Bonaterre), have been recorded in the same geographical area (Tagliafico *et al.*, 2007) and have dimensions (as juveniles) and a dental form that inflict damages similar to those evidenced in this study. However, the feeding habits of this species have been sufficiently studied and consist of various small prey (López Calero, 2013) rather than large marine mammals. No known reference exists in the literature linking *D. licha* with bites of this type on large marine hosts.

A consensus exists that marine cetaceans are injured by *Isistius* spp. exclusively in warm waters, so this may provide information on their migration patterns or age (Mackintosh and Wheeler, 1929; Mead *et al.*, 1982; Williams and Bunkley-Williams, 1996). Wounds attributable to *Isistius* sp. were previously observed in Venezuela on a specimen of *Kogia sima* stranded alive in the northeastern part of the country in 2001 (Bermúdez-Villapol *et al.*, 2008). All the above strongly indicate the occurrence of facultative *Isistius* parasitism on *B. physalus* in Venezuelan waters. Lesions on *B. physalus* consistent with elasmobranch attacks have been reported in the South Georgia Islands (Mackintosh and Wheeler, 1929), eastern Pacific (Jefferson *et al.*, 1993), Cape Verde Islands (Moore *et al.*, 2003; Wenzel and López, 2012) and South Africa (Best and Photopoulou, 2016). To the authors' knowledge, this is the first reference of this relationship in Venezuelan waters or for the Caribbean and western Atlantic.

Although many studies exist on injuries caused by cookie-cutter sharks, little is known of their magnitude. Best and Photopoulou (2016) reported up to 43 lesions from *Isistius* sp. on fin whales, which the authors of this report consider to be of high severity. The variability in the lesions' conditions indicates that the interaction between *Isistius* and *B. physalus* occurred over a long period (possibly months). This agrees with the parasitic behavior attributed to *Isistius* in specimens captured or examined live. The most recent lesions might suggest

que este elasmobranchio también tiene hábitos carroñeros, aunque lo anterior no puede descartarse tajantemente en este caso, si se considera improbable dado el hecho de que la ballena varó viva y fue monitoreada desde entonces sin notarse tal actividad. Todo lo anteriormente expuesto permite afirmar, con razonable seguridad, que los responsables de los traumatismos evidenciados en el ejemplar de *B. physalus* varado en la península de Macanao, Isla de Margarita, Venezuela, fueron peces del género *Isistius*.

that this elasmobranch was also a scavenger, although in this case, scavenging behavior was unlikely, given that the whale was alive and monitored without such activity being observed. The foregoing allows us to reasonably affirm that fish of the genus *Isistius* were responsible for the trauma to the *B. physalus* stranded in the Macanao peninsula, Isla de Margarita, Venezuela.

BIBLIOGRAFÍA / LITERATURE CITED

- Aguilar, A. 1985. Biología y dinámica poblacional del rorcual común (*Balaenoptera physalus*) en las aguas ibéricas. Tesis Doctor Ciencias Biológicas, Universidad de Barcelona, España. 48 p.
- Bermúdez-Villapol, L., A. Sayegh and T. León. 2008. Notes of the confirmation of the dwarf sperm whale *Kogia sima* Owen, 1866 (Cetacea: Kogiidae) on Venezuelan coasts. UDO Agrícola, 8(1):144-162.
- Best, P.B. and T. Photopoulou. 2016. Identifying the "demon whale-biter": Patterns of scarring on large whales attributed to a cookie-cutter shark *Isistius* sp. PLoS One, 11(4): e0152643.
- Bolaños-Jiménez, J., C. Balladares, H. Barrios-Garrido, L. A. Bermúdez-Villapol, K. De Turrís, N. Espinoza, M. González-Fernández and L. Sánchez-Criollo. 2014. Preliminary review of cetacean strandings and mortality in Venezuela, 1988-2014. SC-65b-SM27, In: 65th Meeting of Scientific Committee of the International Whaling Commission. Bled, Slovenia.
- Bolaños-Jiménez, J., L. A. Bermúdez-Villapol y A. J. Villarroel-Marín. 2015. Ballena rorcual común, *Balaenoptera physalus*. En : Rodríguez, J.P., A. García-Rawlins y F. Rojas-Suárez (Eds.). Libro Rojo de la Fauna Venezolana. 4ta edición. Provita y Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.
- CITES. 2014. Apéndices I, II y III. Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres. Disponible en: <https://cites.org/> el 18-03-2017
- Clark, C. and R. Charif. 1998. Acoustic monitoring of large whales to the west of Britain and Ireland using bottom-mounted hydrophone arrays, October 1996 –September 1997. JNCC Report No. 281.
- Dwyer, S. and I. Visser. 2011. Cookie cutter shark (*Isistius* sp.) bites on cetacean with particular reference to killer whales (*Orcinus orca*). Aquat. 37(2):111-138.
- Ebert, D. 2013. FAO species catalogue for fishery purposes. No. 8. Volumen 1. Deep-sea cartilaginous fishes of the Indian Ocean. Volume 1. Sharks. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 256 pp.
- Ebert, D. 2015. FAO species catalogue for fishery purposes. No. 9. Deep-Sea cartilaginous fishes of The Southeastern Atlantic Ocean. Roma.
- Ebert, D. and M. Stehmann. 2013. FAO species catalogue for fishery purposes. No. 7. Sharks, batoids and chimaeras of the North Atlantic. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma. 523 p.
- Helfman, G., B. Collette, D. Facey and B. Bowen. 2009. The diversity of fishes: Biology, ecology, and evolution. John Wiley & Sons, 2nd Edition. Chichester, UK. 720 p.
- Honebrink, R., R. Buch, P. Galpin and G. Burgess. 2011. First documented attack on a live human by a cookie cutter shark (Squaliformes, Dalatiidae: *Isistius* sp.). Pacific Sci., 65(3):365-374.
- Hoyos-Padilla, M., Y. Papastamatiou, J. O'Sullivan and C. Lowe. 2013. Observation of an attack by a cookiecutter shark (*Isistius brasiliensis*) on a white shark (*Carcharodon carcharias*). Pacific Sci., 67(1):129-134.
- Jefferson, T., S. Leatherwood and M. Webber. 1993. Marine mammals of the world. FAO species identification guide. FAO, Rome. 320 p.
- Jones, E. 1971. *Isistius brasiliensis*, a squaloid shark, the probable cause of crater wounds on fishes and cetaceans. Fish. Bull., 69(4):791-798.
- Linnaeus, C. 1758. Systema Naturae per Regna Tria Naturae, Secundum Classes, Ordines, Genera, Species, cum Characteribus, Differentiis, Synonymis, Locis. Edition 10, 1:-iii, 1-824.
- López Calero, M.L. 2013. Trophic strategies and basic morphology of the rare demersal kitefin shark *Dalatias licha* in the north-western Mediterranean Sea. Universitat de Barcelona.
- Mackintosh, A. and J. Wheeler. 1929. Southern blue and fin whales. Discovery Reports, 1: 257-540.
- Mead, J.G., W. A. Walker and W. J. Houck. 1982. Biological observations on *Mesoplodon carlhubbsi* (Cetacea, Ziphiidae). Smith. Cont. Zool., 344: 1-25.

- Moore, M., L. Steiner and B. Jann. 2003. Cetacean surveys in the Cape Verde Islands and the use of cookiecutter shark bite lesions as a population marker for fin whales. *Aquat. Mamm.*, 29(3):383-389.
- Mota, P.J. 2004. Prey capture behavior and feeding mechanics of elasmobranchs. 165-202. In: Carrier, J.C., J.A. Musick and M.R. Heithaus. (Eds.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, Boca Ratón, Florida.
- Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. John Wiley & Sons. 4th edition. Hoboken. NJ. 601 p.
- Pérez-Zayas, J. J., A.A. Mignucci-Giannoni, G.M. Toyos-González, R.J. Rosario-Delestre and E.H. Williams. 2002. Incidental predation by a largetooth cookiecutter shark on a Cuvier's beaked whale in Puerto Rico. *Aquat. Mamm.*, 28(3):308-311.
- Petean, F.F. 2014. Taxonomic review and comparative morphology of the species of the genus *Isistius*, Gill, 1864 (Chondrichthyes: Squaliformes: Dalatiidae). Tesis Maestría, Instituto de Biociencias, Sao Paulo. 42 p.
- Reilly, S.B., J.L. Bannister, P.B. Best, M. Brown, R.L. Brownell, D.S. Butterworth, P.J. Clapham, J. Cooke, G.P. Donovan, J. Urbán and A.N. Zerbini. 2013. *Balaenoptera physalus* IUCN Red List Threat. Species. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org> el 18-03-2017.
- Renaud, C. 2011. FAO species catalogue for fishery purposes. No. 5. Lampreys of the world. An annotated and illustrated catalogue of lamprey species known to date. FAO. Rome.
- Shirai, S. and K. Nakaya. 1992. Functional morphology of feeding apparatus of the cookie-cutter shark, *Isistius brasiliensis* (Elasmobranchii: Dalatiinae). *Zool. Sci.*, 9: 811-821.
- Shirihai, H. and B. Jarrett. 2006. Whales, dolphins and other marine mammals of the world. Princeton Field Guides. 43-45.
- Simmonds, M.P. 1997. The meaning of cetacean strandings. *Bull. Inst. R. Sci. Nat. Belg. Biol.*, 67: 29-34.
- Smith, J. 2002. Marine Mammals: 2030-2040. In: Carpenter, K. (Ed.). FAO species identification guide for fishery porpoises and the living marine resources of the Western Central Atlantic. Volumen 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO. Rome.
- Souto, L., J. Abrao, J. Cintra, R. Maia-Nogueira y C. Sampaio. 2007. Analise das mordidas do tubaroes-charuto, *Isistius* spp. (Squaliformes: Dalatiidae) em cetáceos (Mammalia: Cetacea) no litoral da Bahia, Nordeste do Brasil. *Biotemas*, 20(1): 19-25.
- SPAW. 1991. SPAW Protocol, Annex II. Specially Protected Areas and Wildlife. Caribbean Environment Programme - United Nations Environmental Program. Disponible en: <http://www.cep.unep.org/content/about-cep/spaw> el 18-03-2017.
- Tagliafico, A., N. Rago y E. Ron. 2007. Primer reporte del tiburón *Dalatis Licha* (Bonnaterre, 1788) (Elasmobranchii: Squaliformes: Dalatiidae) para Venezuela y el mar Caribe. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela*, 46(2):113-117.
- Wenzel, F. and P. López. 2012. What is known about cookiecutter shark (*Isistius* spp.) interaction with cetaceans in Cape Verde seas? *Zoologia Caboverdiana*, 3(2): 57-66.
- Williams, E. and L. Bunkley-Williams. 1996. Parasites of offshore big game fishes of Puerto Rico and the Western Atlantic. Department of Natural and Environmental Resources of Puerto Rico, and Univ. of Puerto Rico, Mayaguez. 382 p.

RECIBIDO / RECEIVED: 14/06/2017

ACEPTADO / ACCEPTED: 18/12/2017