

Prevalencia y abundancia relativa de balanos *Xenobalanus globicipitis* presentes en poblaciones de delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en el Golfo de México Sur

Prevalence and relative abundance of barnacles *Xenobalanus globicipitis* of the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* populations in the southern Gulf of Mexico

Imelda Gómez-Hernández¹, Arturo Serrano^{1,2*}, Cecilia Becerril-Gómez¹, Agustín Basañez-Muñoz² y Celina Naval-Ávila²

¹Laboratorio de Mamíferos Marinos, Universidad Veracruzana, Km 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, Col. Universitaria, Tuxpan, Veracruz, México, C.P. 92850

²Observatorio Marino y Costero, Universidad Veracruzana, Km 7.5 Carretera Tuxpan-Tampico, Col. Universitaria, Tuxpan, Veracruz, México, C.P. 92850

*Autor corresponsal: arserrano@uv.mx

Abstract. *Xenobalanus globicipitis* is a commensal barnacle located on cetacean fin edges. The commensal-host interaction between *Xenobalanus globicipitis* and the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) has been poorly studied in Mexico. The main objective was to estimate the relative barnacle prevalence and abundance in bottlenose dolphins in three areas and seasons of the Gulf of Mexico. Tamiahua zone showed the higher prevalence (42.4%) and relative abundance (0.60 barnacles/individual/hr⁻¹) compared to Tuxpan and Nautla zones. Whereas, in dry season there were higher prevalence (55.6%) and relative abundance (0.53 barnacles/individual/hr⁻¹) than rainy and winter storm seasons. Therefore, zones and seasons of the Gulf of Mexico influence the barnacle-dolphin interactions.

Key words: Abundance, environmental factors, prevalence, ecological relationship

INTRODUCCIÓN

Xenobalanus globicipitis (Steenstrup, 1852) es un balano comensal, con una interacción obligada con su huésped y con alto grado de especificidad a los mamíferos marinos (Kane *et al.* 2008, Bearzi & Patonai 2010, Pugliese *et al.* 2012, Carrillo *et al.* 2015). Este balano vive adherido a la piel de los cetáceos (Pugliese *et al.* 2012), es de color café oscuro con una capucha de un color un poco más claro. Tienen forma cilíndrica y se adhieren al hospedero mediante unas placas de sujeción (Pugliese *et al.* 2012). Los cirrios, la boca, el pene y otros órganos asociados están en su interior, pero se extienden hacia fuera a través de la capucha cuando son usados (Seilacher 2005, Toth-Brown & Hohn 2007, Pugliese *et al.* 2012, Carrillo *et al.* 2015).

El balano *X. globicipitis* se ha reportado en al menos 34 especies de cetáceos, siendo común en delfines que se distribuyen en aguas tropicales y/o templadas (Kane *et al.* 2008, Carrillo *et al.* 2015). Este balano se ha registrado en el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) (Jefferson

1995) en el océano Pacífico (Orams & Schuetze 1998, Kane *et al.* 2008, Bearzi & Patonai 2010), en el noroeste del océano Atlántico (Di Benedetto & Ramos 2000, Toth-Brown & Hohn 2007) y en el océano Índico (Karuppiah *et al.* 2004). Sin embargo, hasta ahora, poco se sabe sobre la presencia de los balanos en los cetáceos que habitan las aguas de México y existe poca información sobre la abundancia relativa de estos organismos en las poblaciones de delfines (Morales-Vela *et al.* 2008, Díaz-Gamboa 2015, Violante-Huerta 2018). Considerando lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar la prevalencia y la abundancia relativa de balanos en aletas dorsales de delfines nariz de botella en la ecoregión marina “Golfo de México Sur”, para comprender las interacciones y relaciones ecológicas entre estas especies, constituyendo así el primer informe sobre la presencia, la prevalencia y la abundancia relativa de *X. globicipitis* en delfines en el Golfo de México Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en la ecoregión marina “Golfo de México Sur” en la subregión “Zona Nerítica de Veracruz” (Wilkinson *et al.* 2009). El área de estudio se dividió en tres zonas: Tamiahua (21°35'N, 97°19'O), Tuxpan (21°03'N, 97°20'O); y Nautla (20°08'N, 96°40'O) teniendo registros (a través de la foto-identificación de los delfines) que estas zonas albergan a tres grupos diferentes de delfines nariz de botella (Valdes-Arellanes *et al.* 2011).

Los datos fueron obtenidos durante tres años consecutivos, del 2005 al 2007, y en tres temporadas climáticas: temporada de secas (marzo a junio; precipitación promedio (PP)= 1,7 mm; T° promedio= 26,2 °C); temporada de lluvias (julio a octubre; PP= 6,9 mm; T° promedio= 27,2 °C); y temporada de tormentas invernales (noviembre a febrero; PP= 2,2 mm; T° promedio= 17,8 °C) (Galindo *et al.* 2009, CLICOM 2019). Se obtuvieron 174 observaciones de balanos en aleta de delfines, que en suma fue la cantidad de datos obtenidos.

ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos de prevalencia y abundancia relativa de *X. globicipitis* se obtuvieron a partir del análisis de las aletas dorsales de los delfines nariz de botella. Solo se contabilizaron los balanos de aquellos delfines que habían sido individualizados con la técnica de foto-identificación. La foto-identificación, se basa en la toma de fotografías perpendiculares a la aleta dorsal (ambos lados) de cada

delfin. Para ello se utilizó una cámara digital profesional Canon EOS Rebel 6.3 MP, con un lente zoom de 100-400 mm. A pesar de que *X. globicipitis* se presenta en aletas pectorales, aleta caudal y en la aleta dorsal (Toth-Brown & Hohn 2007), solo se analizaron los datos de la aleta dorsal para evaluar la presencia de balanos en cada individuo, porque es la aleta fotografiada durante los censos de delfines (Bearzi & Patonai 2010). La identificación y el conteo de los balanos, en cada uno de los delfines que se foto-identificaron, se hizo por medio de la observación de las fotografías de las aletas dorsales (por ambos lados de la aleta) de los delfines individualizados (Fig. 1), según la descripción de Pugliese *et al.* (2012). Solo se trabajó con delfines vivos que no fueron capturados, por lo tanto, no se recolectó ningún espécimen de balano. Sin embargo, las fotografías sirvieron para identificar la especie *X. globicipitis* en base a la morfología externa de estos organismos, al ser la única especie de balano determinada que se desarrolla adherida en las aletas de los delfines nariz de botella (Spivey 1981, Rajagurau & Shantha 1992).

PREVALENCIA Y ABUNDANCIA RELATIVA DE BALANOS

Se estimó la prevalencia total de balanos por zona, temporada a través de la siguiente ecuación: $P = (DB/DI) \cdot 100$; donde, P= prevalencia; DB= número total de delfines con balanos y DI= número total de delfines individualizados por foto-identificación. Para determinar si la prevalencia de balanos en los delfines variaba de forma significativa ($\alpha = 0,05$) entre las zonas estudiadas, las temporadas climáticas y año, se utilizaron tablas de

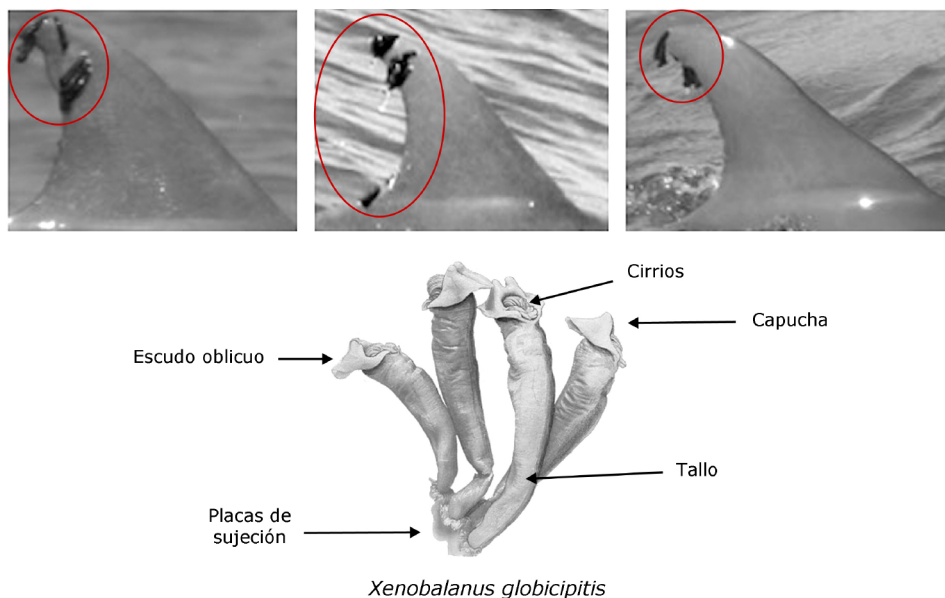


Figura 1. *Xenobalanus globicipitis* fotografiados en la aleta dorsal de delfines nariz de botella. La flecha indica donde se encuentra el balano en la aleta y el esquema muestra las principales estructuras anatómicas de un balano. Esquema modificado de NMNH (2020) / *Xenobalanus globicipitis* photographed on the dorsal fins of bottlenose dolphins. The arrow indicates the barnacle location on the fin, and the sketch shows the main anatomical structures of a barnacle. Sketch modified from NMNH (2020)

contingencias, mediante la probabilidad exacta de Fisher (Campbell & Swinscow 2009). La abundancia relativa de balanos se calculó por zona, por temporada climática y por mes durante los tres años de muestreo. La abundancia relativa se estimó como $A = N / Eth$ donde N = número de balanos por individuo (contados en ambos lados de la aleta del delfín foto identificado) y Eth = esfuerzo total de navegación (esfuerzo buscando toninas y fue medido en horas) (Buckland *et al.* 2001). Luego, la abundancia relativa de balanos fue comparada entre temporadas climáticas (seca, lluviosa y tormentas invernales) y zonas (Tamiahua, Tuxpan y Nautla), utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con el programa estadístico Sigma Stat 3.5 (Systat Software Inc.). El promedio del número de balanos presentes por temporada, zona y meses fue determinado por separado y considerando el total de datos obtenidos en los 3 años de observación de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prevalencia de balanos en los delfines observados fue del 45,4%. La zona en donde los delfines mostraron una mayor prevalencia de balanos fue la de Tamiahua ($n = 66$, 42,4%), seguida por Tuxpan ($n = 66$, 35,5%) y la zona con menor prevalencia de balanos fue Nautla ($n = 42$, 22,1%). La diferencia en la prevalencia de balanos entre las zonas muestreadas fue significativa (Probabilidad exacta de Fisher, $P = 0,005$). Esta diferencia puede deberse a que la zona de Tamiahua y Tuxpan presentaron una temperatura promedio anual más alta (28,1 °C) que la de Nautla (25,2 °C) (CLICOM 2019), lo que podría favorecer la reproducción de los balanos y acortar sus tiempos generacionales. Orams & Schuetze (1998) también reportan un aumento en el número de balanos en las aletas de los delfines cuando la temperatura del agua sube. Además, las zonas con mayor prevalencia de balanos son áreas que se caracterizaron por tener una precipitación menor a la zona de Nautla que fue la zona con menor prevalencia de balanos. Tamiahua y Tuxpan tuvieron una precipitación media anual de 1.230 mm y la de Nautla 1.618 mm (CLICOM 2019). Las zonas de Tamiahua y Tuxpan se caracterizan por tener fondos lodosos mientras que la de Nautla predominan los fondos rocosos (Vázquez-Castán *et al.* 2007). Estos datos sugieren que los factores ambientales influyen en la prevalencia de los balanos en *Tursiops truncatus*.

La prevalencia de *X. globicipitis* en las aletas dorsales de los delfines estudiados fue similar a otras regiones del Atlántico (costa de Nueva Jersey: Toth-Brown & Hohn 2007) y más alta que lo reportado para el Pacífico y otros sitios de estudio [*e.g.*, Tangalooma Australia (Orams & Schuetze 1998), Río de Janeiro, Brasil (DiBeneditto & Ramos 2000), Océano Pacífico (Kane *et al.* 2008, Bearzi & Patonai 2010)].

Además, se observó diferencia significativa en la prevalencia de balanos por temporada estacional (Probabilidad exacta de Fisher, $P < 0,001$), ya que en la temporada de secas (55,6%) hubo mayor prevalencia de balanos en los delfines que en las otras temporadas de lluvias (27,3%) y tormentas invernales (17,1%). Una temporalidad similar de balanos se ha reportado en otras regiones del mundo. En Tangalooma, Australia se ha observado que el número de balanos aumenta en la primavera y disminuye en el invierno (Orams & Schuetze 1998). La época reproductiva de *X. globicipitis* tiene lugar en diferentes temporadas del año, lo que hace que el número de organismos fluctúe (Toth-Brown & Hohn 2007), sin embargo en el Atlántico Norte, no se ha observado diferencias en el número de balanos por temporada del año (Toth-Brown & Hohn 2007).

Los delfines nariz de botella exhibieron una mayor prevalencia de balanos en el 2007 (42%), seguido por el 2006 (33,9%) y una menor prevalencia (24,0%) en el 2005. Se encontró una diferencia significativa entre los años estudiados (Probabilidad exacta de Fisher, $P < 0,001$). Estas diferencias entre años se podrían explicar por diferencias ambientales. El 2005, fue un año cuya precipitación fue mayor (media= 5,6 mm; máxima= 218 mm) a la del 2006 (media= 3,8 mm; máxima= 191,3 mm) y 2007 (media= 4,1 mm; máxima= 152 mm) (CLICOM 2019).

Por otro lado, la prevalencia de balanos en este estudio fue superior a lo reportado para el océano Pacífico en estudios similares. En la Bahía de Santa Mónica, se reporta una prevalencia de 29%, mientras que en la revisión de Kane *et al.* (2008) para el océano Pacífico tropical oriental se reporta una prevalencia del 0,2%. En general, en el área estudiada hubo una menor presencia de *X. globicipitis* (45,4%), en comparación con el océano Atlántico, donde se registraron el 64% de avistamientos con balanos (Toth-Brown & Hohn 2007). Estas diferencias en la prevalencia del balano entre el océano Pacífico, océano Atlántico y Golfo de México podrían estar relacionadas con las características de hábitat, tal como lo sugieren Kane *et al.* (2008) y las características climáticas.

Tamiahua fue la zona con mayor abundancia promedio de balanos (0,60 balanos/individuo/hr⁻¹), siendo significativamente mayor a lo mostrado en Tuxpan (0,36 balanos/individuo/hr⁻¹) y Nautla (0,39 balanos/individuo/hr⁻¹) (Kruskal-Wallis: $H = 10,03$, $g.l. = 2$, $P = 0,007$) (Tabla 1). También hubo diferencias significativas en la abundancia de balanos entre las temporadas (Kruskal-Wallis: $H = 49,401$, $g.l. = 2$, $P = 0,001$), ya que la temporada de secas presentó mayor número de balanos (0,53 balanos/individuo/hr⁻¹) que las otras temporadas (0,23-0,28 balanos/individuo/hr⁻¹), sin embargo, las altas abundancias de balanos están dadas excepcionalmente para el 2005 (Tabla 1).

Tabla 1. Promedio de la abundancia relativa (balanos/individuo/hr⁻¹) de *Xenobalanus globicipitis* en delfines nariz de botella por año, por zona y por temporada / Average of the relative abundance (barnacles/individual/hr⁻¹) of *Xenobalanus globicipitis* per year, per area, and per season

		Zona			Temporada		
		Tamiahua n= 66	Tuxpan n= 66	Nautla n= 42	Secas n= 78	Lluvias n= 60	Frentes fríos n= 36
2005	n= 29	1,16	0,71	0,33	1,13	0,26	-
2006	n= 65	0,25	0,07	0,29	0,22	0,16	0,22
2007	n= 80	0,40	0,32	0,57	0,44	0,42	0,24
	Promedio	0,60	0,36	0,39	0,59	0,28	0,23

No hubo diferencia significativa de abundancia de balanos entre zonas para el 2005 (Kruskal-Wallis: $H=4,017$, g.l.= 3, $P=0,20$) (Tabla 1), y tampoco entre temporadas ($H=5,501$, g.l.= 2, $P=0,06$) (Tabla 1). Para el 2006, se observó una significativa baja abundancia en Tuxpan de 0,07 balanos/individuos/zona/hr⁻¹, con abundancias en las otras zonas entre 0,25 y 0,29 balanos/individuos/zona/hr⁻¹ ($H=20,902$, g.l.= 2, $P=0,001$) (Tabla 1). Para las temporadas del 2006, no se observaron diferencias significativas entre temporadas ($H=5,631$, g.l.= 2, $P=0,060$) (Tabla 1). Para el 2007, si se observaron diferencias significativas en la abundancia de balanos entre zonas ($H=20,902$, g.l.= 2, $P=0,001$), pero no entre temporadas ($H=5,631$, g.l.= 2, $P=0,060$) (Tabla 1).

Rajagurau & Shantha (1992) indicaron que los balanos *X. globicipitis* se pueden encontrar en zonas tropicales y subtropicales. Tamiahua fue la zona donde se observó una mayor abundancia de balanos, probablemente debido a que esta zona es la de mayor temperatura superficial del agua (26,6 °C) (CLICOM 2019). También fue considerado que la salinidad podría ser un factor importante que determina la presencia de balanos en las aletas dorsales de los delfines; Vázquez-Castán *et al.* (2007) reportaron para la zona de Tamiahua una salinidad de 34, Tuxpan 33 y Nautla 32. Los resultados obtenidos sugieren que los factores ambientales influyen en el número de *X. globicipitis* presentes en los delfines. Autores como Orams & Schuetze (1998) consideran que el aumento de la temperatura en el agua puede ser la causa del aumento en el número de balanos en los delfines. Mientras que Toth-Brown & Hohn (2007) sugieren que el aumento de balanos en los delfines coincide con la temporada reproductiva de *X. globicipitis*.

Se ha propuesto que la alta prevalencia de balanos se podría asociar a un débil estado salud de los cetáceos, ya que se ha observado que en individuos enfermos se presenta un mayor número de balanos (Aznar *et al.* 2005), igualmente en cetáceos varados (Dailey & Walker 1978, Aznar *et al.* 2005). Sin embargo, también se ha sugerido que factores como la edad y la velocidad de nado de los individuos hospederos y las condiciones oceanográficas (temperatura del agua, productividad primaria) afectan el asentamiento de balanos en delfines (Kane *et al.* 2008).

Jefferson (1995) reportó a *X. globicipitis* para toda la zona del Golfo de México, lo cual concuerda con este trabajo ya que los resultados demuestran la presencia de balanos para las tres zonas estudiadas. Los datos sobre la prevalencia y la abundancia de *X. globicipitis* en cetáceos como el delfín nariz de botella son claves para comprender la causa y el efecto del asentamiento y las relaciones ecológicas entre estas especies, sin embargo, existen pocas publicaciones sobre este tema (Toth-Brown & Hohn 2007).

Este estudio proporcionó el primer informe sobre la presencia, prevalencia y abundancia relativa de *X. globicipitis* en delfines en el “Golfo de México Sur” en la subregión “Zona Nerítica de Veracruz” y los datos obtenidos en este estudio sugieren que factores ambientales y las características del hábitat de los delfines influyen en la prevalencia y abundancia de los balanos sobre el delfín nariz de botella.

AGRADECIMIENTOS

I. Chamorro-Florescano proveyó ayuda técnica para el análisis estadístico. Agradecemos los comentarios de tres revisores anónimos.

LITERATURA CITADA

- Aznar FJ, A Perdiguero, A Pérez del Olmo, C Repulles, C Agisti & JA Raga. 2005. Changes in epizoic crustacean infestations during cetacean die-offs: the mass mortality of Mediterranean striped dolphins *Stenella coeruleoalba* revisited. *Diseases of Aquatic Organisms* 67: 239-247.
- Bearzi M & K Patonai. 2010. Occurrence of the barnacle (*Xenobalanus globicipitis*) on coastal and offshore common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Santa Monica Bay and adjacent areas. *California Bulletin, Southern California Academy of Sciences* 109(2): 37-44.
- Buckland ST, D Anderson, K Burnham, J Laake, D Borchers & L Thomas. 2001. Introduction to distance and sampling: estimation abundance of biological populations, 350 pp. Oxford University Press, Oxford.
- Campbell MJ & TDV Swinscow. 2009. Statistics at square one, 188 pp. mj Publishing Group, Oxford.
- Carrillo JM, RM Overstreet, JA Raga & FJ Aznar. 2015. Living on the edge: Settlement patterns by the symbiotic barnacle *Xenobalanus globicipitis* on Small Cetaceans. *PLoS ONE* 10(6): e0127367. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127367>>

- CLICOM. 2019.** Base de datos climatológica nacional (sistema CLICOM). <<http://clicom-mex.cicese.mx>>
- Dailey MD & WA Walker. 1978.** Parasitism as a factor (?) in single strandings of Southern California cetaceans. *Journal of Parasitology* 64(4): 593-596.
- Di Benedetto APM & RMA Ramos. 2000.** Records of the barnacle *Xenobalanus globicipitis* (Steenstrup, 1851) on small cetaceans of Brazil. *Biotemas* 13(2): 159-165.
- Díaz-Gamboa RE. 2015.** Varamiento de orcas pigmeas (*Feresa attenuata* Gray 1874) en Yucatán: reporte de caso. *Bioagrociencias* 8(1): 36-43.
- Galindo JA, A Serrano, L Vázquez-Castán, C González-Gándara & M López-Ortega. 2009.** Cetacean diversity, distribution, and abundance in Northern Veracruz, Mexico. *Aquatic Mammals* 35(1): 12-18.
- Jefferson TA. 1995.** Distribution, abundance, and some aspects of the biology of cetaceans in the Offshore Gulf of Mexico. Ph.D. Dissertation, Texas A&M University, College Station, 232 pp.
- Kane EA, PA Olson, T Gerrodette & PC Fiedler. 2008.** Prevalence of the commensal barnacle *Xenobalanus globicipitis* on cetacean species in the eastern tropical Pacific Ocean and a review of global occurrence. *Fishery Bulletin* 106: 395-404.
- Karuppiah S, A Subramanian & JP Obbard. 2004.** The barnacle, *Xenobalanus globicipitis* (Cirripedia, Coronulidae), attached to the bottle-nosed dolphin, *Tursiops truncatus* (Mammalia, Cetacea) on the southeastern coast of India. *Crustaceana* 77(7): 879-882.
- Morales-Vela B., E Suárez-Morales, J Padilla-Saldívar & RW Heard. 2008.** The tanaid *Hexapleomera robusta* (Crustacea: Peracarida) from the Caribbean manatee, with comments on other crustacean epibionts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 88(3): 591-596.
- NMNH. 2020.** Invertebrate Zoology Collections. NMNH Extant Collection (*Xenobalanus globicipitis pallidus*, *Xenobalanus globicipitis* USNM 23900, 48080, unrecorded catalog number). National Museum of Natural History (NMNH), Smithsonian Institution, Washington. <<https://collections.nmnh.si.edu/search/iz/?ark=ark:/65665/3d326df359fb743a8955a56b5d127b456>>
- Orams MB & C Schuetze. 1998.** Seasonal and age/size-related occurrence of a barnacle (*Xenobalanus globicipitis*) on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Mammal Science* 14(1): 186-189.
- Pugliese MC, SA Böttger & FE Fish. 2012.** Barnacle bonding: morphology attachment of *Xenobalanus globicipitis* to its host *Tursiops truncatus*. *Journal of Morphology* 273: 453-459.
- Rajaguru A & G Shantha. 1992.** Association between the sessile barnacle *Xenobalanus globicipitis* (Coronulidae) and the bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Delphinidae) from the Bay of Bengal, India, with a summary of previous records from cetaceans. *Fishery Bulletin* 90: 197-202.
- Seilacher A. 2005.** Whale barnacles: exaptational access to a forbidden paradise. *Paleobiology* 31: 27-35.
- Spivey HR. 1981.** Origins, distribution, and zoogeographic affinities of the Cirripedia (Crustacea) of the Gulf of Mexico. *Journal of Biogeography* 8: 153-176.
- Toth-Brown J & AA Hohn. 2007.** Occurrence of the barnacle, *Xenobalanus globicipitis*, on coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in New Jersey. *Crustaceana* 80(10): 1271-1279.
- Valdes-Arellanes MP, A Serrano, G Heckel, Y Schramm & I Martínez-Serrano. 2011.** Abundancia de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*) en el norte de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 227-235.
- Vázquez-Castán L, A Serrano, M López-Ortega, JA Galindo, MP Valdes-Arellanes & C Naval-Ávila. 2007.** Caracterización del hábitat de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus* Montagu 1921) en la costa Norte del estado de Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 7: 285-292.
- Violante-Huerta M. 2018.** La epibiosis en los grandes vertebrados marinos de México: una revisión y su relevancia ecosistémica. *Revista Peruana de Biología* 25(3): 335-342.
- Wilkinson TAC, E Wiken, J Bezaury-Creel, TF Hourigan, T Agardy, H Herrmann, L Janishevski, C Madden, L Morgan & M Padilla. 2009.** Ecorregiones marinas de América del Norte, 200 pp. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal.

Recibida el 16 de mayo de 2019 y aceptada el 22 de julio de 2020

Editor asociado: Gabriela Muñoz C.