

PRIMERA CITA DE *PARATODUS BENEDENI* (LE HON, 1871) (CHONDRICHTHYES, LAMNIDAE) EN LOS DEPÓSITOS DEL MIOCENO SUPERIOR (TORTONIENSE) DE ANTEQUERA (MÁLAGA) Y DEL PLIOCENO INFERIOR (ZANCLIENSE) DEL PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ), SUR DE ESPAÑA

JOSÉ LUIS VERA-PELÁEZ, M. CARMEN LOZANO-FRANCISCO

Gaia Museum Laboratorio de Paleontología, Promálaga Niño de Belén, c/ Gavilán nº 20, oficina 8, 29190 Málaga, España.
joseverapelaez@gmail.com; gaiadidactica@gmail.com

PEDRO PASCUAL-ALAYÓN

Instituto Español de Oceanografía, Centro Oceanográfico de Canarias, Vía Espaldón, Dársena pesquera, Parcela 8, 38180,
Santa Cruz de Tenerife, España. *pedro.pascual@ca.ieo.es*

JOSÉ CARLOS BÁEZ

Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Chile.
granbaez_29@hotmail.com

ABSTRACT – FIRST RECORD OF *PARATODUS BENEDENI* (LE HON, 1871) (CHONDRICHTHYES, LAMNIDAE) IN DEPOSITS FROM THE UPPER MIOCENE (TORTONIAN) OF ANTEQUERA (MÁLAGA) AND LOWER PLIOCENE (ZANCLIAN) OF PUERTO DE SANTA MARÍA (CÁDIZ), SOUTHERN SPAIN. *Paratodus benedeni* (Lamnidae, Chondrichthyes) is recorded by first time in upper Miocene (Tortonian) and lower Pliocene deposits of El Torcal (Antequera) and El Puerto de Santa María (Cádiz) (Southern Spain), respectively. For Upper Miocene several marine basins contains warm temperate coastal reefs. The fossil record consists of one very well preserved tooth of El Torcal (Antequera) and two big teeth very well preserved of El Puerto de Santa María (Cádiz) (lower Pliocene). *Paratodus benedeni* is an extinct shark that inhabited seas over the world since Oligocene to Pliocene, rare in Spanish Neogene basins.

Key words: Miocene, Pliocene, *Paratodus benedeni*, Chondrichthyes, Lamnidae.

INTRODUCCIÓN

Paratodus benedeni (Le Hon, 1871) es un tiburón fósil pelágico muy común, asociado a aguas oceánicas, y que vivió desde el Oligoceno (Paleógeno, Cenozoico) (Cappetta, 1987; Avila *et al.*, 2012) al Plioceno, es decir, entre 35 y 5 millones de años (Cappetta, 1987; Avila *et al.*, 2012). *P. benedeni* presentaba una amplia distribución mundial (García *et al.*, 2009), sin embargo, el número de registros en el Mediterráneo y Atlántico cercano son escasos, estando citado en el Plioceno en la Formación Arenas de Huelva (García *et al.*, 2009). Recientemente, ha sido citado para el Plioceno de las islas de Mallorca y Menorca (Mas, 2003),

citada en el Plioceno de El Puerto de Santa María (Cádiz) por Lozano-Francisco *et al.* (2011), el Mioceno de Ipolytarnóc (Hungria-nororiental) (Kocsis, 2007) y Mioceno medio de Azores (Ávila *et al.*, 2012). A nivel mundial está citada en el Oligoceno de Bélgica y Alemania; Mioceno de Bélgica, Estados Unidos, Holanda, Italia, Japón, Malta, Portugal, Suiza y Reino Unido; Mioceno superior de Holanda; Plioceno de Angola, Bélgica, Estados Unidos, Italia, Japón y Reino Unido (Ávila *et al.*, 2012; Capetta, 1987; Kocsis, 2007; Mas, 2003).

El objetivo de este estudio es describir los dientes encontrados y constatar la presencia de esta especie en las cuencas neógenas de Antequera en Málaga y El Puerto de Santa María en Cádiz para *Paratodus benedeni*. En los depósitos de las diferentes cuencas del Plioceno andaluz son frecuentes los dientes y vértebras osificadas de seláceos bien conservados (cuencas de Málaga, Vélez-Málaga y Estepona), en ésta última, se encontraron abundantes dientes y mudas de dientes de *Carcharodon megalodon* (Agassiz, 1843), *Odontaspis acutissima* (Agassiz, 1843), *Isurus hastalis* (Agassiz, 1843) y *Hexanchus primigenius* (Agassiz, 1843) (Vera-Peláez *et al.*, 1995; Vera-Peláez, 2002; Aguirre *et al.*, 2005).

GEOLOGÍA DEL ÁREA DE ESTUDIO

Al Norte del Torcal (Figura 1, A) afloran materiales del Trías de Antequera. Constituye una amplia zona de materiales triásicos de facies germano-andaluzas, así como un conjunto de formaciones postorogénicas que van desde

el Mioceno hasta el Cuaternario. La litología del área en estudio consiste en materiales del Triásico denominado Triás o Manto de Antequera que son de tres litologías distintas, éstas son rocas clásticas- evaporíticas, carbonatos triásicos y materiales volcánicos (ofitas) compactas del Triásico. Por encima, ocasionalmente, afloran materiales calcáreos (calizas muy fosilíferas) del Torcal (Jurásico Medio a Cretácico Inferior) correspondiente a las formaciones Endrinal y Torcal, respectivamente (Martín-Algarra, 1987; Serrano-Lozano & Guerra-Merchán, 2004a,b). En clara discordancia sobre el Triás o sobre las calizas jurásicas encontramos areniscas, margas y rocas carbonatadas del Complejo del Campo de Gibraltar pertenecientes a edades que van desde el Paleoceno al Mioceno temprano. Las formaciones post-orogénicas están representadas por areniscas bioclásticas (calcarenitas) del Mioceno superior (Tortonense) que están en discordancia sobre los materiales anteriormente descritos, muy fosilíferos, en estos depósitos aparecen abundantes restos de equinodermos, dientes de seláceos, crustáceos y moluscos

(Rodríguez-Rodríguez & Moral-Martos, 2005; Serrano-Lozano, & Guerra-Merchán, 2004a,b).

Por encima de las calcarenitas del Mioceno superior y también en discordancia encontramos materiales del Cuaternario reciente del tipo de terrazas, depósitos aluviales y lacustres que dan lugar a importantes cuencas endorreicas salinas con abundantes aves y puntualmente, conglomerados gruesos de cantos rodados calcáreos con calizas de *Microcodium* del Plioceno (Martín-Algarra, 1987; Rodríguez-Rodríguez & Moral-Martos, 2005; Sanz de Galdeano *et al.*, 2008). Estas cuencas miocénicas formaron parte de arrecifes costeros en un ambiente templado (Braga & Martín, 1996).

El afloramiento del Manantial, en el Puerto de Santa María (Cádiz) (Figura 1, B), consiste en un talud vertical a pie de playa datado con foraminíferos planctónicos como Plioceno inferior (Zancliense) por Usera & Alberola (2011). García-Prieto & Del Río Rodríguez (2011) aportaron la geología y estratigrafía de este yacimiento, que presenta una alta concentración de dientes de seláceos, restos óseos de peces y

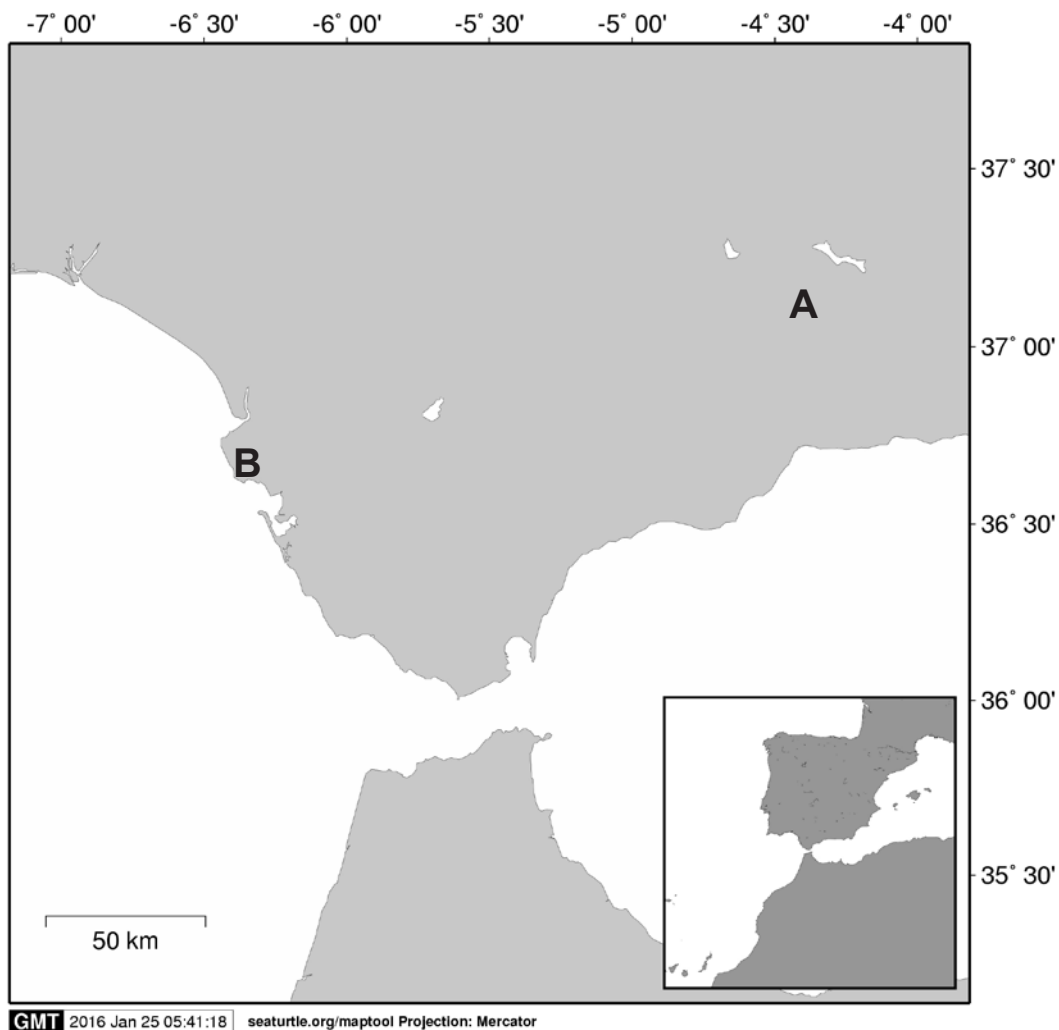


Figura 1. Mapa de localización geográfica de los yacimientos estudiados. **A.** El Torcal, Antequera, Málaga. **B.** El Manantial, Puerto de Santa María, Cádiz.

Figure 1. Map of geographical location of the studied sites. **A.** El Torcal, Antequera, Málaga. **B.** El Manantial, Puerto de Santa María, Cádiz.

cetáceos bien conservados. El estudio de las asociaciones de foraminíferos planctónicos realizado por Usera & Alberola (2011) indica una secuencia para la playa de El Manantial (El Puerto de Santa María) que abarca desde las biozonas N16 a N20 de Blow (1969). La serie comienza con estratos finos de sedimentos marinos de margas blancas y arcillas azules correspondientes al Mioceno superior (Tortonienso-Messiniense); por encima de estos depósitos miocénicos, aparecen estratos de areniscas masivas de las biozonas N19 a N20 de Blow (1969) y que se corresponden con una cronología Plioceno inferior (Zancliense) (Usera & Alberola, 2011). En El Manantial, la unidad estratigráfica más antigua que aflora en la zona está formada por estratos finos de margas blancas y arcillas grises. Son las llamadas “albarizas” o “moronitas”, ricas en microfósiles como radiolarios, espículas de esponjas, cocolitos y sobre todo numerosos foraminíferos, con algunas diatomeas. La edad es Messiniense, hace unos 5,5 millones de años. Se trata de estratos finos verticales en dos unidades, una basal de colores blanquecinos y otra superior de colores grisáceos más oscuros, ricos en minerales ferruginosos y cristales de yeso (García-Prieto & Del Río Rodríguez, 2011). Las dos unidades margosas verticales aparecen cortadas horizontalmente. A continuación se observa una superficie de erosión o discordancia que coincide en altura con la base de las areniscas del acantilado, ya horizontales, correspondiente a un episodio distensivo de carácter regional. Las areniscas del acantilado constituyen una unidad muy homogénea formada por grandes bancos de arenisca masiva, de varios metros de espesor, continuos tanto en la horizontal como en la vertical. Cronológicamente, los materiales que componen este acantilado corresponden al periodo Plioceno temprano (García-Prieto & Del Río Rodríguez, 2011).

MATERIAL Y MÉTODOS

Se determinaron cuatro dientes fósiles de *Paratodus benedeni* en el presente estudio, un diente de gran talla casi completo que le falta la raíz y la corona completa, procedente de la zona norte aledaña al Torcal de Antequera (Antequera, Málaga) recogido por D. Manuel Estrada Aguilar depositado en el Instituto Español de Oceanografía (IEO-PALEO), C.O. de Málaga, España. Este diente procede de calcarenitas bioclásticas del Tortonienso (Mioceno superior). Así como tres dientes de gran talla de calcarenitas del Plioceno inferior (Zancliense) de la localidad de El Manantial (Puerto de Santa María, Cádiz) recolectados por Dr. D. Juan José López Amador, depositado en el Museo Municipal del Puerto de Santa María (Cádiz) con el acrónimo MMPSM.

Para la sistemática se utilizaron los criterios taxonómicos propuestos por Apolín (2001) y Purdy *et al.* (2001) para la terminología dentaria y de la posición de los dientes en la mandíbula.

SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Clase CHONDRICHTHYES Huxley, 1880
Subclase ELASMOBRANCHII Bonaparte, 1838

Orden LAMNIFORMES Berg, 1958
Familia LAMNIDAE Müller & Henle, 1838

Paratodus Cappetta, 1980

Especie tipo. *Paratodus benedeni* (Le Hon, 1871) Cappetta, 1980.

Paratodus benedeni (Le Hon, 1871)
(Figuras 2A-H)

1987 *Paratodus benedeni* (Le Hon), Capetta, p. 104, figs. 92 E-H.

2003 *Paratodus benedeni* (Le Hon), Mas, p. 88, figs. 1-3.

2009 *Paratodus benedeni* (Le Hon), García, Téllez-Antúnez, Cáceres Balbino, Ruíz-Muñoz & Civis-Lovera, p. 683, fig. 6e.

Material. MMPSM-4121 (Figuras 2A-B), MMPSM-4117 (Figuras 2C), MMPSM-5001 (Figuras 2D-E), IEO-PALEO 01 (Figuras 2G-H).

Localidad y edad. Calcarenitas bioclásticas del Tortonienso (Mioceno superior), zona norte aledaña al Torcal de Antequera (Antequera, Málaga). Calcarenitas del Plioceno inferior (Zancliense) de la localidad de El Manantial (Puerto de Santa María, Cádiz).

Descripción. Diente lateral de la mandíbula superior, de gran talla (altura de la corona: 29,80 mm, diámetro máximo corona: 20,60 mm, anchura: 8,70 mm), con la corona completa y la raíz rota, muy incompleta. Corona triangular cónica, torcida, aplanada, alargada. En vista lingual la corona es triangular cónica torcida, de base ancha, plana; región distal muy curvada y borde cortante y liso; región mesial también muy curvada con borde cortante y liso. No se aprecian cúspides laterales. En vista labial el diente es bastante convexo, aumentando la convexidad hacia el pie de la corona; la raíz está muy fragmentada, no apreciándose detalles, tan sólo su gran talla, le faltan ambos lóbulos (mesial y lateral). El color de la corona del diente es negro brillante y la raíz, muy concrecionada, es de color rojizo pardo.

Observaciones. Al comparar este diente del Mioceno superior con los tres dientes de gran talla completos de *Paratodus benedeni* de El Puerto de Santa María (Cádiz), se observa que la corona del diente de El Torcal es similar, un poco más ancha y menos oblicua que las coronas de los especímenes de Cádiz. Los especímenes de El Puerto de Santa María son algo más estrechos y presentan la raíz completa, muy grande con dos grandes lóbulos basales distales. Todos los dientes están muy curvados.

DISCUSIÓN

Ésta es la primera cita de *Paratodus benedeni* para el Mioceno superior (Tortonienso) de la Provincia de Málaga y para el Plioceno (Zancliense) de El Puerto de Santa María (Cádiz). Se trata de un tiburón de grandes dimensiones y dientes enormes de distribución mundial.

Actualmente, *Paratodus benedeni* se relaciona con los lámnicos modernos como *Carcharodon carcharias* (Linnaeus,

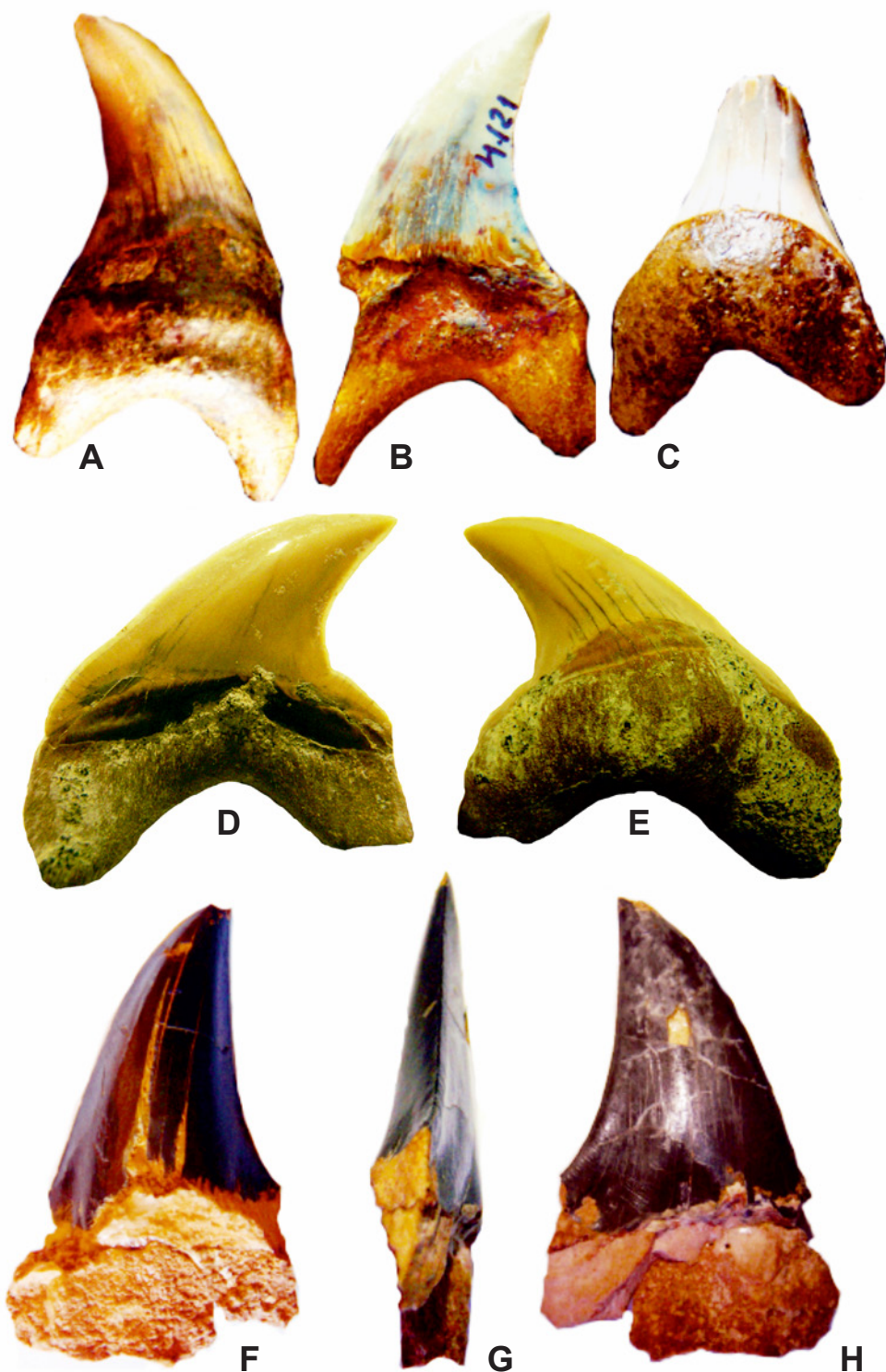


Figura 2. *Paratodus benedeni* (Le Hon, 1871) en el Neógeno de las provincias de Málaga y Cádiz. **A-E**, dientes del Plioceno inferior (Zancliense) del Puerto de Santa María (Cádiz). **A-B**, MMPSM-4121, diente lateral de la mandíbula superior, vistas labial (**A**) y lingual (**B**). Altura: 42,5 mm. **C**, MMPSM-4117, diente anterior de la mandíbula inferior, vista labial. Altura: 36,2 mm. **D-E**, MMPSM-5001, diente lateral perfectamente conservado de la mandíbula inferior, vistas labial (**D**) y lingual (**E**). Altura: 25,1 mm. **F-H**, IEO-PALEO 01, diente lateral de la mandíbula inferior de *Paratodus benedeni* del Mioceno superior (Tortonense) de El Torcal (Antequera, Málaga), vistas labial (**F**), lingual (**G**) y lateral (**H**). Altura de la corona: 29,8 mm.

Figura 2. *Paratodus benedeni* (Le Hon, 1871) of Málaga and Cádiz Neogene. **A-E**, teeth from the lower Pliocene (Zanclean) of Puerto de Santa María (Cádiz). **A-B**, MMPSM-4121, lateral tooth of the upper jaw, labial (**A**) and lingual (**B**) views. Height: 42,5 mm. **C**, MMPSM-4117, anterior tooth of, labial view. Height: 36,2 mm. **D-E**, MMPSM-5001, lateral tooth very preserved of the lower jaw, labial (**D**) and lingual (**E**) views. Height: 25,1 mm. **F-H**, IEO-PALEO 01, lateral tooth of the lower jaw of *Paratodus benedeni* of upper Miocene (Tortonian), labial (**F**), lingual (**G**) and lateral (**H**) views. Height: 29,8 mm.

1758) (tiburón blanco), *Isurus oxyrinchus* Rafinesque 1810 (marrajo), *Isurus paucus* Guitart, 1966 (marrajo carite), *Lamna ditropis* Hubbs & Follett, 1947 (tiburón salmón), y *Lamna nasus* (Bonnaterre, 1788) (marrajo cailón), y su comportamiento y ecología podría ser similar a estos lámnidos modernos. Una característica de los lámnidos modernos es su preferencia a hábitats pelágicos. Sin embargo, éstos generalmente utilizan tres tipos de áreas: de alimentación, reproducción y cría; esta última generalmente en aguas someras. En este sentido Pimiento *et al.* (2010) propusieron una zona de paleo-guardería para el lámnido fósil *Carcharocles megalodon* (Otodontidae) del Neotrópico, lo que indica que los lámnidos han podido utilizar las zonas de cría, al menos durante 10 millones de años como una estrategia adaptativa durante sus historias de vida (Pimiento *et al.*, 2010). Por tanto, a pesar de que *P. benedeni* pudiera presentar una preferencia por las aguas abiertas, como los lámnidos modernos, no es extraño que se presenten citas de este grupo en aguas someras.

Otras especies de seláceos citadas para el Neógeno andaluz son: *Carcharocles megalodon* (Agassiz, 1843), *Odontaspis acutissima* (Agassiz, 1843), *Isurus hastalis* (Agassiz, 1843) y *Hexanchus primigenius* (Agassiz, 1843), material depositado en Gaia Museum (Málaga) y Museo Municipal del Puerto de Santa María (Cádiz).

CONCLUSIONES

Se han identificado cuatro dientes de *Paratodus benedeni* en el Mioceno superior (Tortonense) de Antequera (Málaga) y Plioceno inferior (Zancliense) del Puerto de Santa María (Cádiz). Estas citas, junto con las de García *et al.* (2009) para el Plioceno de la Cuenca del Guadalquivir (Huelva), la de Mas (2003) para el Mioceno de las Islas Baleares y la del Plioceno del Puerto de Santa María (Cádiz) (Lozano-Francisco *et al.*, 2011), constituyen las únicas citas de esta especie en la Península Ibérica.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer la cesión del material fósil a M.E. Aguilar (recolector) y al J.J.L. Amador, Conservador del Museo Municipal del Puerto de Santa María (Cádiz) y al F.C. Fulgosi (Universidad de Parma), quien confirmó la identificación de la especie.

REFERENCIAS

Aguirre, J.; Cachao, M.; Domènech, R.; Lozano-Francisco, M.C.; Martinell, J.; Mayoral, E.; Santos, A.; Vera-Peláez, J.L. & Da Silva, C.M. 2005. Integrated biochronology of the Pliocene deposits of the Estepona basin (Málaga, S Spain). Palaeobiogeographic and palaeoceanographic implications. *Revista Española de Paleontología*, **20**:225-244.

Apolín, J. 2001. *Isurus oxyrinchus Rafinesque, 1810 "Mako de aletas cortas" como posible ancestro de Carcharodon carcharias (Linnaeus, 1758) "Tiburón blanco (Chondrichthyes: Lamnidae)*. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Tesis de grado, 133 p.

Avila, S.P.; Ramalho, R. & Vullo, R. 2012. Systematics, palaeoecology and palaeobiogeography of the Neogene fossil sharks from the Azores (Northeast Atlantic). *Annales de Paléontologie*, **98**:167-189. doi:10.1016/j.annpal.2012.04.001

Blow W.H. 1969. Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: Bronnimann P & Renz HH (eds). *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*, 1:199-422.

Braga, J.C. & Martín, J.M. 1996. Geometries of reef advance in response to relative sea-level changes in a Messinian (uppermost Miocene) fringing reef (Cariatiz reef, Sorbas Basin, SE Spain). *Sedimentary Geology*, **107**:61-81. doi:10.1016/S0037-0738(96)00019-X

Cappetta, H. 1987. *Handbook of Paleoichthyology (Volume 3B). Chondrichthyes II. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii*. Stuttgart, New York, Gustav Fischer Verlag, 193 p.

García, E.X.M.; Telles-Antunes, M.; Cáceres-Balbino, A.; Ruiz-Muñoz, F. & Civis-Llovera, J. 2009. Los tiburones Lamniformes (Chondrichthyes, Galeomorphii) del Plioceno Inferior de la Formación Arenas de Huelva, suroeste de la cuenca del Guadalquivir, España. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, **26** :674-686.

García-Prieto, F.J. & Del Río Rodríguez, L. 2011. *Geología del yacimiento del Manantial*. Cádiz, Museo Municipal del Puerto de Santa María, 6 p. (Informe Técnico).

Kocsis, L. 2007. Central Paratethyan shark fauna (Ipolytarnóc, Hungary). *Geologica Carpathica*, **58**:27-40.

Lozano-Francisco, M.C.; López-Amador, J.J. & Vera-Peláez, J.L. 2011. *Los vertebrados marinos del Plioceno del Manantial (El Puerto de Santa María, Cádiz, España)*. Cádiz, Museo Municipal del Puerto de Santa María, 12 p. (Informe Técnico).

Mas, G. 2003. Presencia de *Paratodus benedeni* (Le Ron, 1871) (Pisces: Chondrichthyes: Otodontidae) al Neogen de Mallorca i Menorca (Illes Balears, Mediterrania occidental). Consideracions taxonomiques i paleoambientals. *Bolletí de la Societat d'Història Natural de les Balears*, **46**:85-90.

Martín-Algarra, A. 1987. *Evolución geológica alpina del contacto entre las Zonas Interna y Zonas Externas de la Cordillera Bética*. Universidad de Granada, Tesis doctoral, 1171 p.

Pimiento, C.; Ehret, D.J.; MacFadden, B.J. & Hubbell, G. 2010. Ancient Nursery Area for the Extinct Giant Shark Megalodon from the Miocene of Panama. *PLoS ONE*, **5**:e10552. doi:10.1371/journal.pone.0010552

Purdy, R.; Schnider, V.; Applegate, S.; McLellan, J.; Meyer, R. & Slaughter, B. 2001. The Neogene sharks, rays and bonny fishes from the Lee Creek Mine, Aurora, North Carolina. In: C.E. Ray & D.J. Bohaska (eds.) *Geology and Paleontology of the Lee Creek Mine, North Carolina*, Tome III. Washington, Smithsonian Institution Press, p. 71-200 (Smithsonian Contributions to Paleontology 90).

Sanz de Galdeano, C.; Lozano, J.A. & Puga, E. 2008. El Trías de Antequera: naturaleza, origen y estructura. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, **21**:111-124.

Serrano-Lozano, F. & Guerra-Merchán, A. 2004a. *Geología Regional: El territorio de la provincia de Málaga en el ámbito de la cordillera Bética*. Málaga, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Málaga, 169 p.

Serrano-Lozano, F. & Guerra-Merchán, A. 2004b. *Geología de la provincia de Málaga*. Málaga, Servicio de Publicaciones Centro de ediciones de la Diputación de Málaga, 294 p.

Rodríguez-Rodríguez, M. & Moral-Martos, F. 2005. Cartografía geológica de la Reserva Natural Lagunas de Campillos. Hidroquímica y dinámica hidrológica. *Geogaceta*, **37**:87-90.

- Usera, J. & Alberola, C. 2011. *Foraminíferos asociados a restos de vertebrados marinos del Neógeno del Puerto de Santa María (Cádiz)*. Cádiz, Museo Municipal del Puerto de Santa María, 7 p. (Informe Técnico).
- Vera-Peláez, J.L. 2002. Revisión de la familia Turridae, excepto Clavatulinae (Gastropoda, Prosobranchia) en el Plioceno de las cuencas de Estepona, Málaga y Vélez-Málaga (Málaga, sur de España) con la descripción de 26 especies nuevas. *Pliocenica*, 2:176-262.
- Vera-Peláez, J.L.; Lozano-Francisco, M.C.; Muñoz-Solís, R.; Gili, C.; Martinell, J.; Domènech, R. & Guera-Merchán, A. 1995. Estudio preliminar de la malacofauna del Plioceno de Estepona (Málaga, España). *Iberus*, 13:93-117.

Received in June, 2015; accepted in April, 2016.