

Nuevos registros de Otodontidae Glickman 1964B (Chondrichthyes) para el sur de la Península de Nicoya, Puntarenas, Costa Rica

New records of Otodontidae Glickman 1964B (Chondrichthyes) from Southern Nicoya Peninsula, Puntarenas, Costa Rica

César A. Laurito^{1*}, Ana L. Valerio² y Cristian Calvo³

¹Museo Nacional de Costa Rica (MNCR), Investigador asociado, San José, Costa Rica

²Museo Nacional de Costa Rica (MNCR), Departamento de Historia Natural, San José, Costa Rica

³Museo Nacional de Costa Rica (MNCR), Voluntario Sección de Geología, San José, Costa Rica

*Autor para contacto: Eremotherium1961@gmail.com

(Recibido: 19/02/2021; aceptado: 10/11/2021)

RESUMEN: El género *Otodus* y sus especies han sido registradas en el sur de América Central desde el Eoceno, sus restos están asociadas a sedimentos calcáreos o clásticos propios de ambientes sublitorales y neríticos internos. Una de esas formaciones geológicas es la Fm. Santa Teresa con un rango de edad Mioceno Medio – Plioceno Inferior, aflorante en la margen pacífica y las partes altas del extremo sur de la Península de Nicoya, donde se habían reportado y descrito con anterioridad una serie de hallazgos de *Otodus (Megaselachus) chubutensis* y *Otodus (Megaselachus) megalodon*. A lo largo de varias décadas, restos dentales asociados al género *Otodus* se han venido registrando en el Sur de la península de Nicoya, algunos constituyen hallazgos fortuitos y algunos incluso fuera de contexto geológico. Sin embargo, las ubicaciones dadas por las personas que hicieron los hallazgos, permiten establecer con algún grado de certeza las unidades sedimentarias de donde las muestras procedían, permitiéndonos incrementar el conocimiento, abundancia y diversidad del registro fósil de estos tiburones gigantes.

Palabras clave: *Otodus (Megaselachus) chubutensis*, *Otodus (Megaselachus) megalodon*, Formación Santa Teresa, Mioceno Medio – Plioceno Inferior, Costa Rica.

ABSTRACT: The *Otodus* genus and its species have been recorded in Southern Central America since the Eocene epoch, its remains are associated with calcareous or clastic sediments typical of sublittoral or inner neritic environments. One of these geological formations is Santa Teresa Fm. with a Middle Miocene to Lower Pliocene age range, outcropping in the Pacific margin and the elevated parts at the southern end of the Nicoya Peninsula, where a series of finds of *Otodus (Megaselachus) chubutensis* and *Otodus (Megaselachus) megalodon* had been previously reported. Over several decades, dental remains associated with *Otodus* genus have been recorded at Southern Nicoya Peninsula, fortuitous finds, some of them without direct geological context. However, the locations given by the people who made the findings, allow us to establish with some degree of certainty the sedimentary units from which the samples came, allowing us to increase the knowledge of the abundance and diversity of the fossil record of these giant sharks.

Keywords: *Otodus (Megaselachus) chubutensis*, *Otodus (Megaselachus) megalodon*, Santa Teresa Formation, Middle Miocene – Lower Pliocene, Costa Rica.



Introducción

El género *Otodus* está constituido por una serie de cronoespecies, producto de probable evolución anagenética, es decir, cuando una especie “A” da origen a una única nueva especie “B” que le sustituye en el ecosistema, produciendo incluso formas transicionales. Ello ha originado una serie de discusiones que gravitan en torno a los únicos restos fósiles que de estos grandes tiburones comúnmente se encuentran, sus dientes, notables por su gran tamaño. Por lo que los megalodontes o mejor dicho a partir de sus dientes fósiles como única evidencia tangible se han erigido varias hipótesis evolutivas y sobre todo taxones cuyos límites entre unos y otros a veces no fue tan claro. En la actualidad su problemática taxonómica, básicamente comprende dos líneas de pensamiento, muy bien resumidas por Perez, Godfrey, Kent, Weems y Nance (2019), una que sigue básicamente las ideas de Cappetta (2012) quien considera que la presencia o ausencia de aserramiento no son caracteres suficientes para determinar o garantizar un género específico y quien además propone el uso de tres subgéneros: *Otodus* (*Otodus*) para los no aserrados, *Otodus* (*Carcharocles*) para los irregularmente aserrados con cúspides accesorias y *Otodus* (*Megaselachus*) con aserramiento regular y cúspides accesorias laterales reducidas, presentes solo en estadios juveniles o que del todo no están presentes tanto en juveniles como en adultos, y en los que además el margen basal de la raíz es paralelo a la línea basal del cuello lingual que separa la corona de la raíz. En esta última categoría se incluyen las especies *Otodus* (*Megaselachus*) *chubutensis* (Ameghino 1901) y *Otodus* (*Megaselachus*) *megalodon* (Agassiz 1835).

La segunda línea de pensamiento, mantiene un único género *Carcharocles* para todas las formas, tanto las que presentan aserramiento como para las que no y que consideran que *Carcharocles chubutensis* y *Carcharocles megalodon* evolucionaron a partir de *Carcharocles angustidens*, donde *Carcharocles chubutensis* retiene las cúspides accesorias en los especímenes adultos y *C. megalodon* no, sin embargo los juveniles de *C. megalodon* pueden presentar cúspides accesorias (cf. Applegate y Espinosa-Arrubarrena, 1996; Pimiento, Ehret, MacFadden y Hubbell, 2010) a manera de cúspides vestigiales según lo deducen Perez, Pimiento, Hendy, González-Barba y MacFadden, 2017 para varios especímenes de *Carcharocles megalodon* de Lago Bayano en Panamá.

Purdy et al. (2001), notaron que en muchos especímenes de *Carcharocles subauriculatus* (otro sinónimo para *Carcharocles chubutensis* comúnmente utilizado por algunos autores como especie válida), los dientes anteriores perdieron las cúspides laterales accesorias, por el contrario los dientes laterales presentaban cúspides laterales muy bien desarrolladas. Esta característica variación en la presencia o ausencia de cúspides laterales a nivel genérico para Perez et al., 2019, podría estar más asociada al tipo de dieta de algunos grupos poblacionales que a una transición ontogenética, ya que se ha observado que las proporciones de pérdida de las cúspides laterales varían de una secuencia dental a otra.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, la posición de ambas líneas de pensamiento taxonómico son igualmente válidas y debo decir que durante la redacción del presente artículo y otros anteriores y su posterior revisión, diferentes colegas nos han inducido a utilizar una u otra, pero debo decir que estas mismas personas por una u otra razón han utilizado ambas líneas en diferentes momentos, lo cual también es entendible.

En todo caso hay que decantarse por una de las 2 opciones y por ello se indicará a lo largo del escrito, como igualmente válida su sinónimo, el cual resaltaremos en negrita.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que la especie *C. chubutensis* u *O. (Megaselachus) chubutensis* aparece en el Mioceno temprano, la cual se cree derivó de la especie Oligoceno tardía *O. (Carcharocles) angustidens* o *Carcharocles angustidens* (Agassiz 1835) y que luego en algún momento del Mioceno Medio basal entre los 16,4 y 14 Ma, según lo deducido de los hallazgos en América del Norte, se dio la transición de la especie *O. (Megaselachus) chubutensis* a *O. (Megaselachus) megalodon* o *Carcharocles megalodon*, cuando esta última especie perdió las cúspides accesorias en los individuos adultos. Sin embargo durante la transición, los juveniles de *O. (Megaselachus) megalodon* del Mioceno Medio a Superior presentan cúspides accesorias, algo que se ha observado de manera muy infrecuente en las formas del Plioceno basal (Pimiento y Balk, 2015 y Perez et al., 2019).

El objetivo del presente trabajo es describir y analizar la taxonomía de 4 ejemplares del subgénero *Otodus* (*Megaselachus*), depositados en la Colección de Fósiles de la Sección de Geología del Museo Nacional de Costa Rica bajo los acrónimos CFM-911, CFM-1500, CFM-5398 y CFM-5399, todos procedentes del sur del Península de Nicoya, provincia de Puntarenas (Fig. 1).

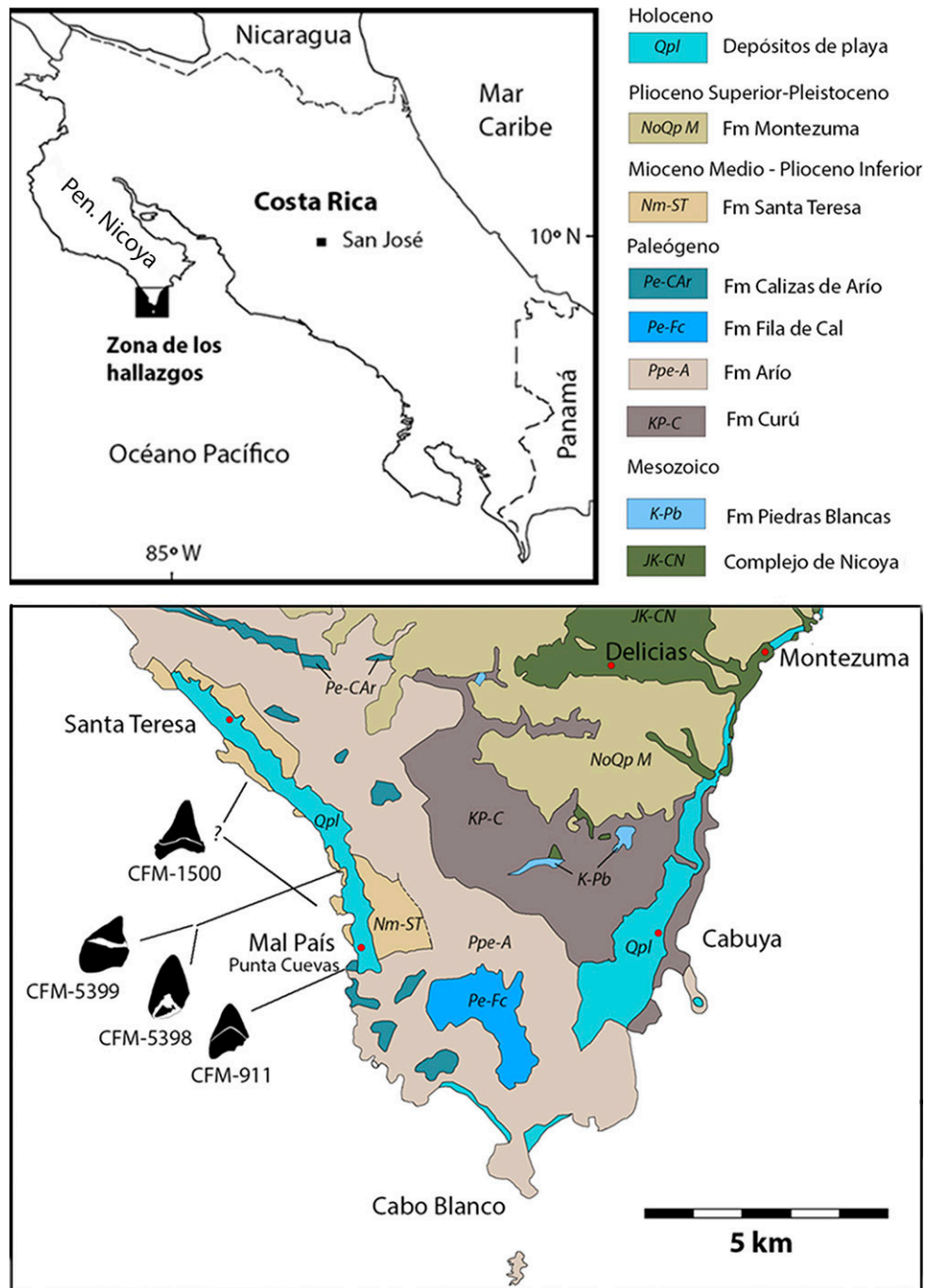


Fig. 1: Mapa geológico del extremo sur de la península de Nicoya y de ubicación de los hallazgos. Mapa geológico simplificado de la hoja Cabuya (3144-I), redibujado y adaptado de Denyer, Aguilar y Montero (2013)

PALEONTOLOGÍA

Orden Lamniformes Berg, 1958

Familia Otodontidae Glickman, 1964

Género *Otodus* Agassiz, 1838

Género *Carcharocles* Jordan y Hannibal, 1923

Otodus (Megaselachus) chubutensis (Ameghino)

Mioceno Inferior – Mioceno Medio (20,2 – 17 Ma) Perez et al., 2019

Sinonimia: Para una detallada revisión de la sinonimia de la especie ver Laurito (2015).

- *Carcharocles chubutensis* (Ameghino) Perez et al., 2019
- *Carcharodon megalodon* (Charlesworth) var. *chubutensis* Ameghino en Zbyszewski y Moitinho D’Almeida, 1950.
- *Procharcharodon megalodon chubutensis* en Holec, Hornáček y Sýkora, 1995.
- *Carcharodon subauriculatus* (Agassiz) en Aguilera y Rodrigues de Aguilera, 2004.
- *Megaselachus subauriculatus* (Agassiz, 1838) en Laurito, Calvo, Valerio, Calvo y Chacón (2014)
- *Otodus chubutensis* en Maisch, Becker y Chamberlain et al., 2019.

Material: CFM-1500, un diente inferior lateral, ver figs. 2a-d.

Descripción: un diente inferior lateral derecho de 80,46 mm de altura y 67,20 mm de ancho, con corona triangular ligeramente sigmoidea y elevada de 60,52 mm (ver Cuadro 1), que se enangosta hacia el ápice, el cual está roto, y se inclina ligeramente hacia la comisura; su cara lingual es suavemente convexa y ligeramente inflada; la cara labial es ligeramente inflada pero con una convexidad mucho menos pronunciada.

La corona se extiende sobre los extremos radiculares, donde se presentan sendas cúspides accesorias o secundarias. La cúspide comisural, no abarca toda la extensión del lóbulo radicular y presenta tres cúspides diferenciadas sutilmente aserradas, la cúspide accesoria mesial parcialmente preservada, está constituida por un único elemento redondeado.

Los filos de la corona son fuertemente aserrados, e incluso algunas de las cúspides menores que conforman el aserramiento están dispuestos en pares que comparten una misma base.

La región radicular abarca un tercio de la longitud total de la altura del diente, su porción basal es cóncava y presenta una protuberancia lingual inflada pero no prominente, un cuello lingual conspicuo que se extiende hasta la base de las cúspides laterales accesorias, en tanto que la cara radicular labial es relativamente plana.

Cuadro 1

Datos biométricos dentales de CFM-911 un diente bastante completo y CFM-5398 un diente del cual solo se preservó la corona, ambos determinados como *Otodus (Megaselachus) megalodon* (Agassiz, 1835) y el CFM-1500 correspondiente a la especie *Otodus (Megaselachus) chubutensis* (Ameghino).

Ejemplar	LT	AM	BL	AC	CA	AR
CFM-911	81,79	60,97 (roto)	17,13	59,14	51,90 (roto)	58,56 (roto)
CFM-1500	80,46	67,20	18,15	60,52	68,31	66,48
CFM-5398	n. d.	n. d.	n. d.	75,63	20,95	n. d.

LT longitud total del diente, AM ancho máximo, BL diámetro bucolingual, AC altura de la corona, CA ancho de la corona, AR ancho de la raíz.

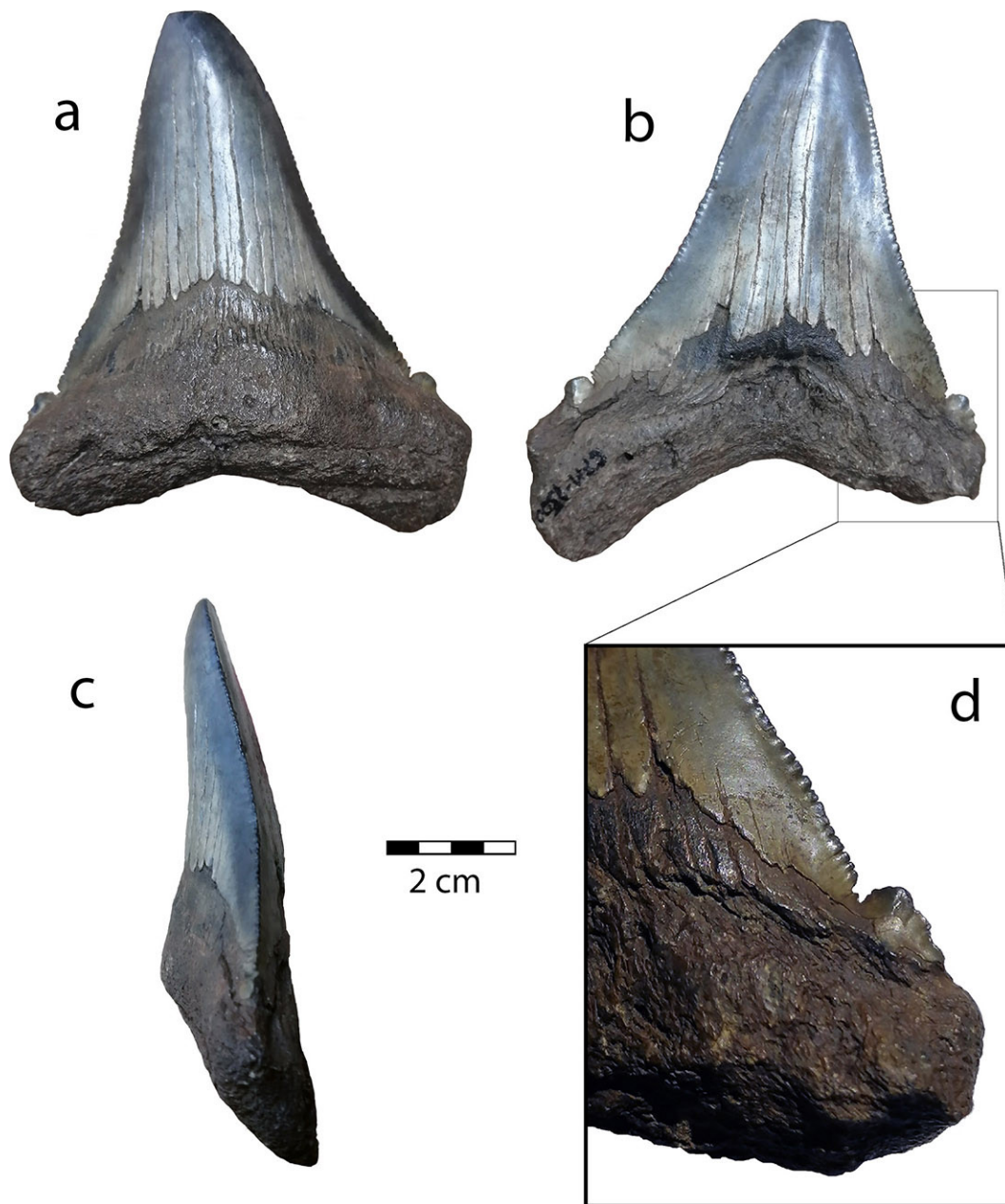


Fig. 2: CFM-1500, diente inferior lateral de *Otodus* (*Megaselachus*) *chubutensis* (Ameghino [1901 a 1902]) procedente de la Formación Santa Teresa y de edad Mioceno Inferior. En vista: a. lingual, b. labial, c. perfil y d. detalle de las cúspides accesorias en norma labial.

Discusión

El diente CFM-1500, corresponde al ejemplar mejor preservado, hasta ahora hallado en Costa Rica de *Otodus (Megaselachus) chubutensis*, aunque muestra evidencia de que estuvo sujeto a procesos bioerosivos de previo a su sepultamiento definitivo, como parte de los procesos tafonómicos, los ichnofósiles más evidentes son algunas perforaciones circulares en la cara labial de la raíz, incluso se observa un pequeño tubo, pero no se puede asegurar que hallan sido hechas por *Entobia* sp., son similares a las ilustradas por Maisch et al., 2019 para ejemplares de *Otodus (Megaselachus) chubutensis* y *Otodus (Megaselachus) megalodon*.

Por otra parte, se considera que se trata de un diente inferior porque los dientes inferiores de *Otodus (Megaselachus) chubutensis* son similares en cuanto a tamaño y forma a los superiores, pero la principal característica de los inferiores es que la corona es relativamente más angosta (Kent, 2018).

Su longitud de 80,46 mm es relativamente grande, lo que sugiere, pertenecía a un individuo probablemente adulto, sobre todo si se tiene en cuenta que se trata de un diente lateral posterior y que la altura máxima, hasta hoy reportada para un diente anterior de *Otodus (Megaselachus) chubutensis* es de 130 mm sensu Case (1980). Otros caracteres que permiten identificar la especie, son las relativamente pequeñas cúspides accesorias comparadas con el tamaño de la corona; en especies como *Otodus (Carcharocles) angustidens* del Oligoceno, las cúspides secundarias son comparablemente más grandes en relación al tamaño de la corona y el aserramiento en general es más fino en la base de la corona y se vuelve muy grueso hacia el ápice, mientras que en la especie *Otodus (Megaselachus) chubutensis*, a pesar de que el aserramiento es muy conspicuo, también es muy uniforme e incluso se vuelve ligeramente más fino hacia la cúspide.

Distribución paleobiogeográfica

Otodus (Megaselachus) chubutensis [Ameghino, 1901 a 1902] ha sido ampliamente registrado en el Mioceno Temprano de Europa (Leriche, 1926, Zbyszewski y Moitinho D'Almeida, 1950, Menesini, 1968 y 1974, Holec, Hornáček y Sýkora., 1995, Marsili, Carnevalle, Danese, Bianucci y Landini, 2007). También, en África, en el Mioceno Temprano de los lechos de Moghra en la depresión de Qattara en Egipto (Cook, Murray, Simmons, Attia y Chatrath, 2010) y en Asia en el Mioceno Inferior de la India (Sahni y Mehrotra, 1981). En América del Norte se ha registrado en el Mioceno Inferior de Pollack Farm en Delaware (Purdy, 1998) y Calvert Cliffs en la Bahía de Chesapeake en Maryland (Visaggi y Godfrey, 2010; Kent, 2018), y en las Formaciones Trent y Pungo River en Lee Creek Mine, North Carolina (Case, 1980, Purdy et al., 2001, Perez et al., 2019), todas en Estados Unidos; en México la especie se registra en el Mioceno Inferior de la Península de Baja California y en la Formación El Encanto en el Estado de Veracruz (Guzmán-Guzmán, González-Barba, Sánchez-Romero y Romero-Zárate, 2014, Jiménez-Castañeda, 2017). En América del Sur *Otodus (Megaselachus) chubutensis* [Ameghino, 1901 a 1902] ha sido registrada en el Mioceno Inferior de las formaciones Chilcatay en Ica, Perú (Alván, Apolín y Chacaltana., 2007) y Pirabas en Brasil (Costa Richter, De Toledo y Moraes-Santos, 2009, Aguilera et al., 2017); en el Mioceno Temprano de las Formaciones Castillo y Cantaure, y la península de Paraguaná, en Venezuela (Aguilera y Rodrigues de Aguilera, 2004, Aguilera, 2010). También, en la Formación Uitpa en el Mioceno Temprano de Colombia (Carrillo-Briceño et al., 2016). En el Caribe dicha especie ha sido descrita en el Mioceno Inferior de Cuba (Iturralde-Vinent Hubbell y Rojas, 1996). 1996). En América Central ha sido recientemente registrado en el Mioceno Inferior de Panamá, en la Formación Culebra por Pimiento et al., (2013a) y el Mioceno Inferior de Costa Rica en la localidad de Tres Equis de Turrialba, en sedimentos de la Formación Río Banano como *Megaselachus subauriculatus* (Agassiz, 1838) (Laurito et al., 2014).

Paleoecología

De acuerdo con la distribución paleogeográfica registrada para *Otodus (Megaselachus) chubutensis* [Ameghino, 1901 a 1902] y los sedimentos en que sus restos han sido hallados, podemos deducir que fue un potente nadador nectónico y epipelágico, habitante primordial de las plataformas continentales e insulares, tanto en aguas someras sublitorales como en ambientes

oceánicos de las regiones tropicales y subtropicales. Sus dientes de relativo gran tamaño y fuertemente aserrados, sugiere la posibilidad de que se alimentara de grandes peces, reptiles y mamíferos marinos, ya fuera como un cazador activo o como un carroñero oportunista, comparable a lo observado para el nicho ocupado en la actualidad por *Carcharodon carcharias* (cf. Compagno, 2001).

Otodus (Megaselachus) megalodon (Agassiz, 1835)

Mioceno Medio – Plioceno temprano (15.9–3.6 Ma), Boessenecker et al., 2019 a Plioceno tardío (2,6 Ma) cf. Pimiento y Clements, 2014.

Sinonimia: A continuación se indican algunas de las sinonimias más comunes utilizadas tradicionalmente. Para una exhaustiva revisión se recomienda consultar a Cappetta (1970), Antunes y Jonet (1970), Laurito (1999) y Mikuž Šoster, Stare y Sukič Prekmurski, 2015.

- *Carcharocles megalodon* (Agassiz, 1843) en Müller, 1969.
- *Procarcarodon megalodon* (Agassiz) en Longbottom, 1979.
- *Carcharodon megalodon* Agassiz en Bendix-Almgreen, 1983.
- *Megaselachus megalodon* (Agassiz, 1835) en Schultz, 2013
- *Carcharocles megalodon* (Agassiz, 1837) en Toscano, 2016.
- *Otodus (Megaselachus) megalodon* Agassiz 1835 en Trif y Codrea, 2017.
- *Otodus megalodon* (Agassiz, 1835) en Maisch, Becker y Chamberlain., 2018.

Glickman (1964) consideró la pérdida de las cúspides laterales en *Otodus megalodon*, suficientemente significativa como para incluir a esta especie en el género *Megaselachus*. Sin embargo, los juveniles de *Otodus (Megaselachus) megalodon* pueden retener las cúspides laterales, lo que es considerado una variación ontogenética (Applegate y Espinoza-Arrubarena, 1996).

Material: 3 restos dentales, el CFM-911, un diente superior lateral próximo a la sínfisis (figura 3a-c); el CFM-5398 correspondiente a una corona de un diente antero lateral inferior figura 4.1) y el CFM-5399 correspondiente a un fragmento distal basal de gran tamaño (figura 4.2).

Descripción: El ejemplar CFM-911 es un diente superior lateral próximo a la sínfisis y de lateralidad incierta de 81,79 mm de altura y 60,97 mm de ancho, de aspecto triangular ligeramente inflado, la corona es elevada con una altura 59,14 mm, su cara labial es cóncava pero poco pronunciada, mientras que la cara lingual es ligeramente convexa. La raíz es alta y su cara lingual presenta una protuberancia lingual amplia pero no sobresaliente, y limita a la corona por un prominente cuello en forma de “chevron” amplio, mientras que la cara labial limita a la corona por un delgado cíngulo de color más oscuro que se ensancha ligeramente hacia los extremos radiculares. La corona en su cara labial presenta una hendidura poco profunda en su porción mediana que se vuelve indefinida hacia su mitad superior y que divide al diente de manera simétrica. Los filos de la corona son finamente aserrados y uniformes.

El ejemplar CFM-5398 corresponde a una corona casi completa de 75,63 mm de alto y un ancho de 20,95 mm en su base, la cara lingual es ligeramente convexa en tanto que la cara lingual es cóncava e inflada y se observa un “chevron” angosto y alto.

El ejemplar CFM-5399 corresponde a un fragmento lateral basal de un diente aparentemente inferior, en el que se preservó el lóbulo radicular y una porción de la corona. El lóbulo radicular preservado tiene una altura de 47,32 mm y un ancho de 36,27 mm, y el fragmento de corona tiene una altura de 42,27 mm. En la cara lingual se observa parte del “chevron” que marca el límite entre la corona y la raíz.

Distribución paleobiogeográfica y edad de los registros

Otodus (Megaselachus) megalodon (Agassiz, 1835) (Agassiz, 1835) se caracteriza por tener una distribución cosmopolita, pantropical y pan-subtropical, por lo que el registro de sus hallazgos resulta ser un hecho frecuente en las secuencias marino someras del Neógeno a nivel planetario (Antunes y Jonet, 1970 y Cappetta, 2012).

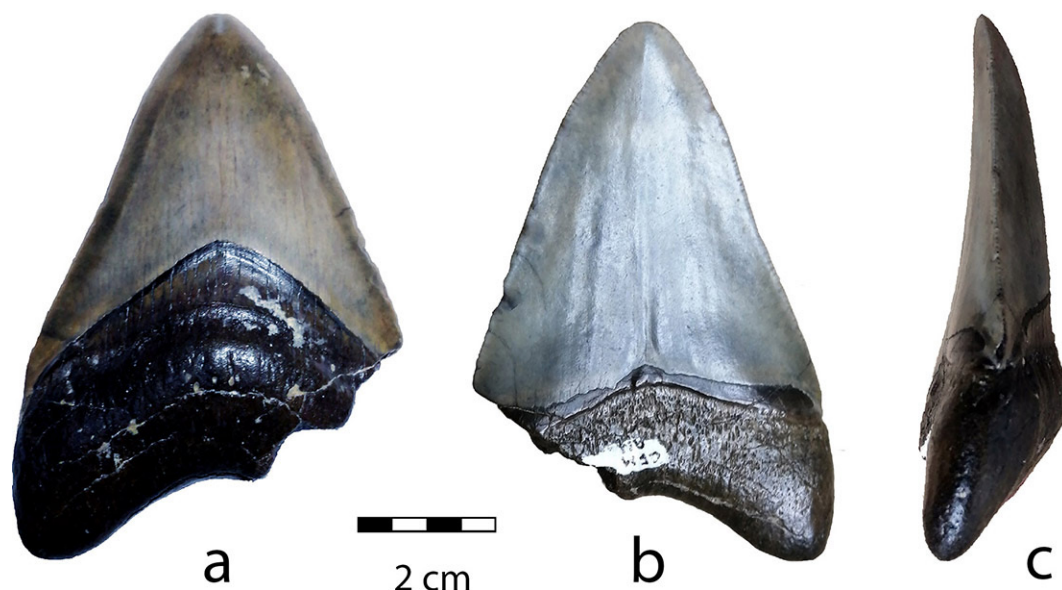


Fig. 3: CFM-911, diente antero-lateral superior de un juvenil de *Otodus (Megaselachus) megalodon* (Agassiz, 1835), procedente de la localidad de Malpaís. En vista: a. lingual, b. labial y c. perfil.

En el Caribe se ha descrito para el Mioceno Medio y Superior, y Plioceno de Cuba (Sánchez Roig, 1920, Iturralde-Vinent et al., 1996) y La Española (Leriche 1938, Kruckow y Thies, 1990); Mioceno de la isla de Barbados (Ray, 1964); Mioceno Medio de Puerto Rico (Nieves-Rivera, Ruíz-Yantín y Gottfried, 2003), Mioceno Medio del Caribe de Venezuela en la Formación Cantaure, Plioceno Temprano de la Formación Paraguaná (Aguilera, García y Cozzuol, 2008, Carrillo-Briceño et al., 2016).

En América Central ha sido descrito para el Mioceno Tardío de las Formaciones Gatún (White, 1955, Gillette, 1984, Pimiento, Ehret, MacFadden y Hubbell, 2010, Pimiento et al., 2013b), Chagres (Carrillo-Briceño et al., 2015) y Chucunaque en la localidad de Lago Bayano (Perez et al., 2017) en Panamá.

En Costa Rica *Carcharocles megalodon* (Agassiz, 1835) fue inicialmente descrito para la Formación Pacacua (Crosby, 1945) y luego para la Formación Roca Carballo (Kruckow y Thies, 1990) ambas de edad Mioceno Medio, para el Mioceno Superior-Plioceno Inferior de la Formación Uscari (Laurito, 1999). Los presentes hallazgos confirman el registro fósil de *Carcharocles megalodon* (Agassiz, 1835) en el sur de la Península de Nicoya, procedente muy probablemente de los sedimentos más tardíos de la Formación Santa Teresa de edad Mioceno Superior-Plioceno Inferior.

Paleoecología

Otodus (Megaselachus) megalodon (Agassiz, 1835) fue un potente nadador oceánico de allí su distribución cosmopolita; habitante de ambientes neríticos tanto continentales como insulares, ocupó como tiburón la categoría de depredador máximo en la cadena alimentaria (Laurito, 1999) debido a su gran tamaño, con una media de 17,9 m en el Mioceno Medio y 10,2 m en el Mioceno tardío (*sensu* Pimiento y Balk, 2015). Su dieta se basó principalmente de cetáceos (delfines y ballenas de mediano y pequeño tamaño); además de pinnípedos, sirenios, tortugas y grandes peces (Cigala Fulgosi, 1990, Aguilera y Rodrigues de Aguilera, 2004, Aguilera et al., 2008, Collareta et al., 2017, Godfrey y Altman, 2005, Godfrey, Ellwood y Verdin, 2018).

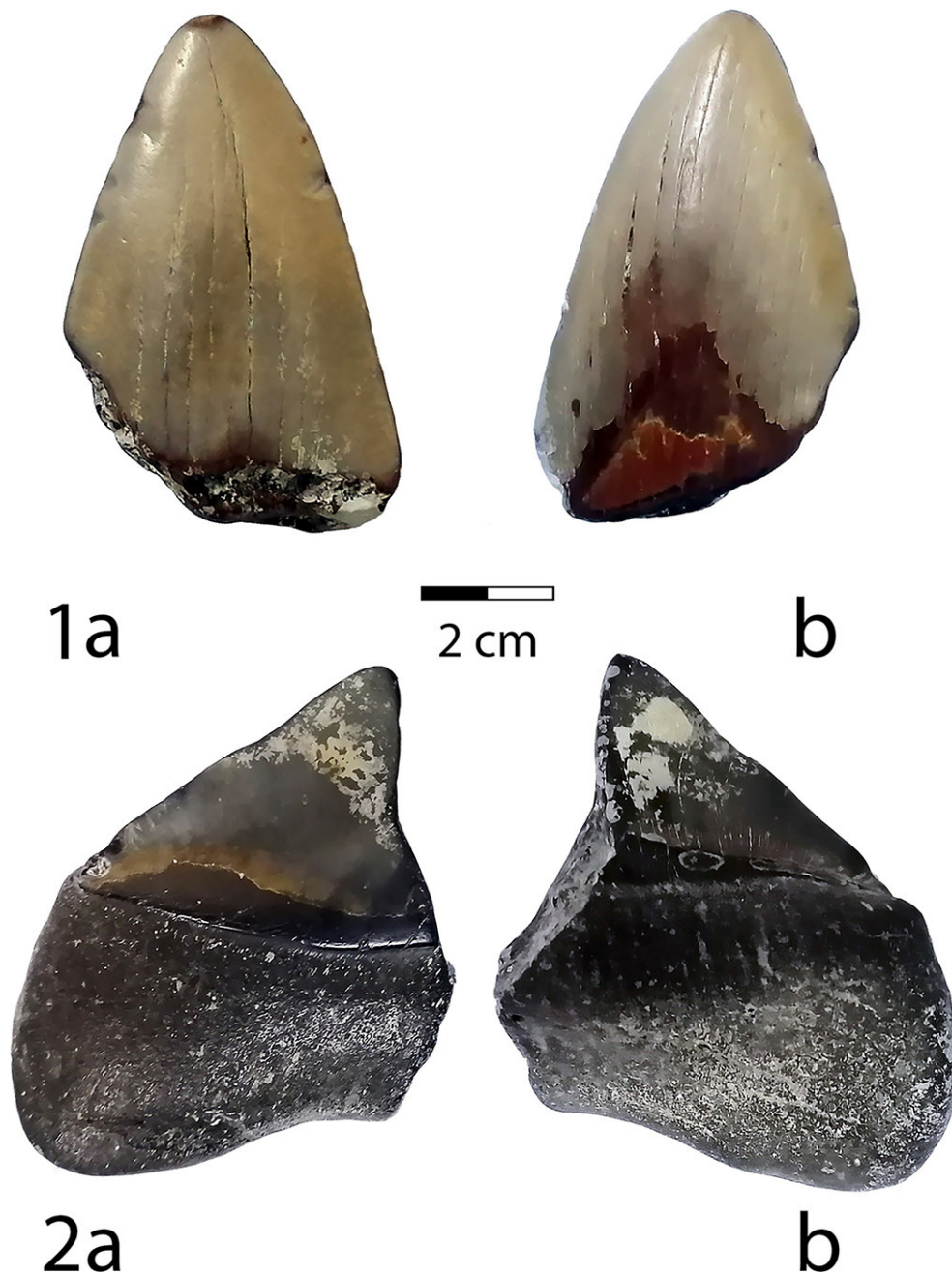


Fig. 4: 1. CFM-5398, corona de un diente antero lateral inferior de un individuo juvenil y 2. CFM-5399, fragmento distal y basal de un diente antero-lateral de posición incierta, ambos de la especie *Otodus (Megaselachus) megalodon* (Agassiz, 1835), procedentes de la localidad de Malpaís. En vista: a. labial y b. lingual.

Discusión y conclusiones

El ejemplar CFM-1500, fue ingresado al Museo Nacional de Costa Rica, como parte de un decomiso realizado en el Aeropuerto Internacional Daniel Oduber Quirós a turistas que visitaron el sur de la Península de Nicoya. El diente en sí, presenta una preservación, una mineralización y color propios de los dientes de *Otodus (Megaselachus) chubutensis* procedentes de la Formación Santa Teresa, en la Provincia de Puntarenas y de las secuencias sedimentarias con rango de edad Mioceno Inferior a Medio. Al no haber en la península ninguna otra formación con ese rango de edad y registro de dientes de tiburón de esta especie, asumimos que el ejemplar procede de la Fm. Santa Teresa (ver los ejemplares ilustrados y analizados por Laurito, 2015 donde coinciden el tipo de preservación y coloración).

El CFM-911 es un ejemplar de *Otodus (Megaselachus) megalodon* con 81,79 mm de alto y 60,97 mm de ancho, estas dimensiones caen dentro del rango de los dientes laterales de juveniles observados para la Formación Bone Valley de edad Plioceno Temprano (ver figura 3 de Pimiento et al., 2010), de allí que se puede concluir que el ejemplar es un juvenil lateral anterior.

El ejemplar CFM-911 fue recuperado por el Sr. William Granados R., en las coordenadas lambert 175,75 N y 410,8 W, en el lecho de una quebrada intermitente luego de una lluvia intensa en Punta Cuevas. En esa localidad, los únicos sedimentos aflorantes de los cuales pudo provenir el diente fósil son los depósitos de playa Qpl (sensu Denyer, Aguilar y Montero, 2013), pero la edad de estos sedimentos discrepa del rango de distribución conocido para *Otodus (Megaselachus) megalodon*, por lo que es posible que se trate de material fósil retrabajado, procedente de las secuencias más tardías de la Formación Santa Teresa de edad Mioceno Superior-Plioceno Inferior, aflorantes tierra adentro a unos cuantos cientos de metros de la playa.

El espécimen CFM-5399 a pesar de ser un fragmento distal, permite extrapolar sus dimensiones y hacer un cálculo conservador de su ancho radicular, el cual pudo haber tenido un aproximado de 125 mm y una altura de 130 a 140 mm. Este fragmento puede corresponder al diente de *Otodus (Megaselachus) megalodon* (Agassiz, 1835) más grande, hasta ahora hallado en el país.

Los ejemplares CFM-5398 y CFM-5399 fueron recuperados por el Sr. Daniel Gutiérrez Solano y vecino de playa Carmen, sobre la plataforma de abrasión marina que allí aflora, misma que está constituida por estratos sedimentarios de la Fm. Santa Teresa, en el año 2019, en las coordenadas 9 37'03''N y 85 08'48,5'' W. Su ubicación sugiere que ambos ejemplares provienen de dicha plataforma, producto de la erosión provocada por el oleaje durante la marea alta.

Por último, en el país se han registrado 3 especies de tiburones Otodontidae gigantes hasta el momento, *Otodus (Carcharocles) auriculatus* procedente de la Unidad Cajón de la Formación Fila de Cal de edad Eoceno Superior cf. Henningsen, 1966 y Kruckow y Thies, 1990; *Otodus (Megaselachus) chubutensis* para las formaciones Santa Teresa y San Miguel del Mioceno Inferior y *Otodus (Megaselachus) megalodon* para el Mioceno Medio de Roca Carballo (Kruckow y Thies, 1990), Mioceno Superior – Plioceno Inferior de la Formación Uscari (Laurito, 1999) y los presentes hallazgos que confirman su registro en sedimentos marinos sublitorales a litorales asociados a la Fm. Santa Teresa.

Agradecimientos

Al Dr. Gerardo González Barba de la Facultad de Biología Marina, Universidad de Baja California Sur, por la cuidadosa revisión del manuscrito y sus invaluable observaciones, mismas que permitieron mejorar el manuscrito.

Referencias bibliográficas

- Aguilera, O. A. (2010). *Peces fósiles del Caribe de Venezuela*. Washington: Gorham Printing.
- Aguilera, O. A., y Rodrigues de Aguilera, D. (2004). Giant-toothed White Sharks and Wide-toothed Mako (Lamnidae) from the Venezuela Neogene: Their Role in the Caribbean, Shallow-water Fish Assemblage. *Caribbean Journal of Science*, 40(3), 368-382.

- Aguilera, O. A., García, L., y Cozzuol, M. A. (2008). Giant-toothed white sharks and cetacean trophic interaction from the Pliocene Caribbean Paraguaná Formation. *Palaeontologische Zeitschrift*, 82(2), 204-208. doi: 10.1007/BF02988410
- Aguilera, O. A., Luz, Z., Carrillo-Briceño, J. D., Kocsis, L., Vennemann, T. W., de Toledo P. M., Nogueira, A., Amorin, K., Moraes-Santos, E., Polck, M., Ruivo, M., Linhares, A. P. y Monteiro-Neto, C. (2017). Neogene sharks and rays from the Brazilian 'Blue Amazon'. *PLoS ONE*, 12(8) e0182740. doi: 10.1371/journal.pone.0182740
- Alván, A., Apolín, J., y Chacaltana, C. (2007). Los dientes de seláceos (Chondrichthyes) y su aplicación estratigráfica en la lomas de Ullujaya (Ica-Perú). Presentado en *XIII Congreso Peruano de Geología*, Lima, Perú.
- Antunes, M. T., y Jonet, S. (1970). Requins de l'Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 16, 119-280.
- Applegate, S. P., y Espinosa-Arrubarrena, L. (1996). The fossil history of Carcharodon and its possible ancestor, Cretolamna: a study in tooth identification. En A. P. Klimley y D. G. Ainley. (Eds), *Great White Sharks: The Biology of Carcharodon carcharias* (pp. 19-36). San Diego, California: Academic Press.
- Bendix-Almgreen, S. E. (1983). Carcharodon megalodon from the Upper Miocene of Denmark, with comments on elasmobranch tooth enameloid: coroin. *Bulletin of Geological Society of Denmark*, 32, 1-32.
- Boessenecker, R. W., Ehret, D. J., Long, D. J., Churchill, M., Martin, E., y Boessenecker, S. J. (2019). The Early Pliocene extinction of the mega-toothed shark *Otodus megalodon*: a view from the eastern North Pacific. *PeerJ*, 7:e6088. doi: 10.7717/peerj.6088
- Cappetta, H. (1970). Les sélaciens du Miocène de la région de Montpellier. *Paleovertebrata, Mémoire Extraordinaire*, 1970, 1-139.
- Cappetta, H. (2012). Chondrichthyes Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth. En H. P. Schultze (Ed.), *Handbook of Paleichthyology* (Vol. 3E, pp. 22-238). München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil.
- Carrillo-Briceño, J. D., De Gracia, C., Pimiento, C., Aguilera, O. A., Kindlimann, R., Santamarina, P. y Jaramillo, C. (2015). A new Late Miocene chondrichthyan assemblage from the Chagres Formation, Panama. *Journal of South American Earth Sciences*, 60, 56-70.
- Carrillo-Briceño, J. D., Argyriou, T., Zapata, V., Kindlimann, R., y Jaramillo, C. (2016). A new early Miocene (Aquitanian) Elasmobranchii assemblage from the Guajira Peninsula, Colombia. *Ameghiniana*, 53(2). doi: 10.5710/AMGH.26.10.2015.2931
- Case, G. R. (1980). A Selachian Fauna from the Trent Formation, Lower Miocene (Aquitanian) of Eastern North Carolina. *Palaeontographica*, A171(1-3), 75-103.
- Cigala Fulgosi, F. (1990). Predation (or possible scavenging) by a great white shark on an extinct species of bottlenosed dolphin in the Italian Pliocene. *Tertiary Research*, 12, 17-36.
- Collareta, A., Lambert, O., Landini, W., Di Celma, C., Malinverno, E., Varas-Malca, R., Urbina, M., y Bianucci, G. (2017). Did the giant extinct shark *Carcharocles megalodon* target small prey? Bite marks on marine mammal remains from the late Miocene of Peru. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 469, 84-91.
- Compagno, L. J. V. (2001). Sharks of the World. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Volume 2B, Bullhead, mackerel and carpet sharks (Heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). *FAO species catalogue for fishery purposes*, 2(1).
- Cook, T. D., Murray, A. M., Simmons, E. L., Attia, Y. S., y Chatrath, P. (2010). A Miocene Selachian Fauna from Moghra, Egypt. *Historical Biology: An International Journal of Paleobiology*, 22(1-3), 78-87.
- Costa, S. A., Richter, M., De Toledo, P. M., y Moraes-Santos, H. M. (2009). Shark Teeth from Pirabas Formation (Lower Miocene), Northeastern Amazonia, Brazil. *Boletim Museu Paraense Emilio Goeldi. Ciências Naturais*, 4(3), 221-230.
- Crosby, I. B. (1945). Geología del Cañón del Río Virilla, en la Meseta Central Occidental de Costa Rica. *Departamento Nacional de Agricultura. Boletín Técnico*, 49, 1-19.
- Denyer, P., Aguilar, T., y Montero, W. (2013). *Mapa Geológico de la Hoja Cabuya, 3144-I, escala 1:50 000. Cartografía geológica de la península de Nicoya, Costa Rica*. San José: Centro de Investigaciones en Ciencias Geológicas, Dirección de Geología y Minas.
- Gillette, D. D. (1984). A marine chondrichthyan fauna from the Miocene of Panama, and the Tertiary Caribbean faunal province. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 4, 172-186.

- Glickman, L. S. (1964). Class Chondrichthyes, Subclass Elasmobranchii. En D. V. Obruchev (Ed.), *Fundamental of Paleontology* (pp. 196-237). Moscow y Leningrad: Nauka SSSR.
- Godfrey, S. J., y Altman, J. (2005). A Miocene cetacean vertebra showing a partially healed compression fracture, the result of convulsions or failed predation by the giant white shark, *Carcharodon megalodon*. *Jeffersoniana*, 16, 1-12.
- Godfrey, S. J., Ellwood, S. G., y Verdin M. S. (2018). *Carcharocles*-bitten odontocete caudal vertebrae from the Coastal Eastern United States. *Acta Palaeontologica Polonica*, 63(3), 463-468.
- Guzmán-Guzmán, S., González-Barba, G., Sánchez-Romero, D., y Romero-Zárate, A. (2014). Dientes de Elasmobranchii de las formaciones Tuxpan y Encanto del Mioceno de Veracruz. Presentado en *VIII Congreso Latinoamericano de Paleontología y XIII Congreso Nacional de Paleontología*, Guanajuato, México.
- Henningsen, E. (1966). Die pazifische Küstenkordillere (Cordillera Costeña) Costa Rica und ihre Stellung innerhalb des süd-zentralamerikanischen Gebirges. *Geotektonische Forschung*, 23, 3-66.
- Holec, P., Hornáček, M., y Sýkora, M. (1995). Lower Miocene shark (Chondrichthyes, Elasmobranchii) and whale faunas (Mammalia, Cetacea) near Mučín, Southern Slovakia. *Geologické práce*, Správy, 100, 37-52.
- Iturralde-Vinent, M., Hubbell, G., y Rojas, R. (1996). Catalog of Cuban fossil Elasmobranchii (Paleocene to Pliocene) and paleogeographic implications of their Lower to Middle Miocene occurrence. *Boletín Sociedad Jamaicana Geología*, 31, 7-21.
- Jiménez-Castañeda, M. F. (2017). *Registro de la fauna de tiburones y rayas fósiles en la Formación Isidro (Mioceno temprano-medio), Baja California Sur, México* (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma de Baja California Sur, Baja California Sur, México.
- Jordan, D. S., y Hannibal, H. (1923). Fossil sharks and rays of the Pacific slope of North America. *Bulletin of the Southern California Academy of Sciences*, 22, 27-63.
- Kent, B. W. (2018). The Cartilaginous Fishes (Chimaeras, Sharks, and Rays) of Calvert Cliffs, Maryland, USA. En S. J. Godfrey (Ed.), *Smithsonian Contributions to Paleobiology* (pp. 45-160). Washington, D.C.: Smithsonian Research Institution.
- Kruckow, T., y Thies, D. (1990). Die Neoselachier der Paleokaribik (Pisces: Elasmobranchii). *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 119, 1-102.
- Laurito, C. A. (1999). *Los seláceos fósiles de la localidad de Alto Guayacán (y otros ictiolitos asociados) Mioceno superior-Plioceno inferior de la Formación Uscari, Provincia de Limón, Costa Rica*. San José, Costa Rica.
- Laurito, C. A. (2015). Nuevos registros fósiles de *Otodus* (*Megaselachus*) *chubutensis* [Ameghino, 1901 a 1902] para el Mioceno Inferior de Costa Rica, América Central. *Revista Geológica de América Central*, 53, 61-67. doi: 10.15517/rgac.v53i0.21141
- Laurito, C. A., Calvo, C., Valerio, A. L., Calvo, A., y Chacón, R. (2014). Ictiofauna del Mioceno Inferior de la localidad de Pacuare de Tres Equis, Formación Río Banano, provincia de Cartago, Costa Rica, y descripción de un nuevo género y una nueva especie de Scaridae. *Revista Geológica de América Central*, 50, 153-192.
- Leriche, M. (1926). Les poissons Néogènes de la Belgique. *Memoirs of the Royal Belgian Museum of Natural Sciences*, 32, 365-472.
- Leriche, M. (1938). Contribution à l'étude des poissons fossiles des pays riverains de la Méditerranée Américaine (Venezuela, Trinité, Antilles, Mexique). *Mémoires de la Société Paléontologique Suisse*, 41, 1-42.
- Longbottom, A. E. (1979). Miocene shark's teeth from Ecuador. *Bulletin of the British Museum Natural History, Geology*, 32(1), 57-70.
- Maisch, H., Becker, M., y Chamberlain, J. (2018). Lamniform and Carcharhiniform Sharks from the Pungo River and Yorktown Formations (Miocene-Pliocene) of the Submerged Continental Shelf, Onslow Bay, North Carolina, USA. *Copeia*, 106(6), 353-374.
- Maisch, H., Becker, M., y Chamberlain, J. (2019). Macroborings in *Otodus megalodon* and *Otodus chubutensis* Shark Teeth from the Submerged Shelf of Onslow Bay, North Carolina, USA: Implications for Processes of Lag Deposit Formation. *Ichnos*, 27. doi: 10.1080/10420940.2019.1697257
- Marsili, S., Carnevale, G., Danese, E., Bianucci, G., y Landini, W. (2007). Early Miocene Vertebrates from Montagna della Maiella, Italy. *Annales de Paléontologie*, 93, 27-66.
- Menesini, E. (1968). Ittiodontoliti Miocenici di Terra d'Otranto (Puglia). *Palaeontographia Italica*, 65, 1-61.

- Menesini, E. (1974). Ittiodontoliti delle Formazioni Terziarie dell'Arcipelago Maltese. *Palaeontographia Italica*, 67, 121-162.
- Mikuž, V., Šoster, A., Stare, F., y Sukič Prekmurski, M. (2015). *Megalodon* teeth from miocene marlstone at Virštanj, Slovenia. *Folia Biologica et Geologica*, 56(2), 77-107.
- Müller, A. (1969). Ichthyofaunen aus dem atlantischen Tertiär der USA. *Leipziger Geowissenschaften*, 9/10, 1-359.
- Nieves-Rivera, A. M., Ruiz-Yantín, M., y Gottfried, M. (2003). New Record of the Lamnid Shark *Carcharodon megalodon* from the Middle Miocene of Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science*, 39(2), 223-227.
- Perez, V., Pimiento, C., Hendy, A., González-Barba, G., Hubbell, G., y MacFadden, B. (2017). Late Miocene chondrichthyans from Lago Bayano, Panama: functional diversity, environment and biogeography. *Journal of Paleontology*, 91, 512-547.
- Perez, V., Godfrey, S. J., Bretton, W. K., Weems, R. E., y Nance, J. R. (2019). The Transition between *Carcharocles chubutensis* and *Carcharocles megalodon* (Otodontidae, Chondrichthyes): Lateral Cusplet Loss through Time. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 38(6). doi: 10.1080/02724634.2018.1546732
- Pimiento, C., y Balk, M. (2015). Body-size trends of the extinct giant shark *Carcharocles megalodon*: A deep-time perspective on marine apex predators. *Paleobiology*, 41(3), 479 -490.
- Pimiento, C., y Clements, C. F. (2014). When Did *Carcharocles megalodon* Become Extinct? A New Analysis of the Fossil Record. *PLoS ONE*, 9(10), e111086. doi:10.1371/journal.pone.0111
- Pimiento, C., Ehret, D. J., MacFadden, B. J., y Hubbell, G. (2010). Ancient Nursery Area for the Extinct Giant Shark *Megalodon* from the Miocene of Panama. *PLoS ONE*, 5(5), e10552. doi:10.1371/journal.pone.0010
- Pimiento, C., González-Barba, G., Hendy, A. J. W., Jaramillo, C., MacFadden, B. J., Montes, C., Suárez, S. C., y Shippritt, M. (2013a). Early Miocene Chondrichthyans from the Culebra Formation, Panama: A window into marine vertebrate faunas before closure the Central American seaway. *Journal of South American Earth Science*, 42, 159-170.
- Pimiento C., González-Barba G., Ehret, D. J., Hendy, A. J. W., MacFadden B. J., y Jaramillo, C. (2013b). Sharks and Rays (Chondrichthyes, Elasmobranchii) from the Late Miocene Gatun Formation of Panama. *Journal of Paleontology*, 87, 755-774. doi: 10.1666/12-117
- Purdy, R. (1998). The Early Miocene Fish Fauna from the Pollack Farm Site, Delaware. En R. N. Benson. (Ed.), *Geology and Paleontology of the Lower Miocene Pollack Farm Fossil Site, Delaware* (Delaware Geological Survey Special Publication, 21, pp. 133-139). Delaware, USA: Delaware Geological Survey.
- Purdy, R. W., Schneider, V. P., Applegate, S. P., McLellan, J. H., Meyer, R. L., y Slaughter, B. H. (2001). The Neogene sharks, rays, and bony fishes from Lee Creek Mine, Aurora, North Carolina. *Smithsonian Contributions to Paleobiology*, 90, 71-202.
- Ray, C. E. (1964). A small assemblage of vertebrates' fossils from Spring Bay, Barbados. *Journal of the Barbados Museum and Historical Society*, 31(1), 11-22.
- Sahni, A., y Mehrotra, D. K. (1981). The Elasmobranch Fauna of Coastal Miocene Sediments of Peninsular India. *Biological Memoirs*, 5, 83-121
- Sánchez-Roig, M. (1920). Escuálidos del Mioceno de la Habana. *Boletín de Minas*, 6, 1-16.
- Schultz, O. (2013). Pisces. En W. E. Piller. (Ed.), *Catalogus Fossilium Austriae. Ein systematisches Verzeichnis aller auf österreichischem Gebiet festgestellten Fossilien. Band 3* (pp. 1-576). Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Toscano, A. (2016). *Vertebrados marinos del neógeno del suroeste de la Península Ibérica* (Tesis de doctorado inédita). Universidad de Huelva, Huelva, España.
- Trif, N., y Codrea, V. (2017). Some Badenian fish teeth from western Transylvania (Romania). *Oltenia. Studii și comunicări. Științele Naturii*, 33(1), 7-17.
- Visaggi, C. C., y Godfrey, S. J. (2010). Variation in Composition and Abundance of Miocene Shark Teeth from Calvert Cliffs, Maryland. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30, 26-35.
- White, E. I. (1955). On Lamna Eurybathrodon Blake. *Annals and Magazine of Natural History*, 8, 191-193.
- Zbyszewski, G. y Moitinho D'Almeida, F. (1950). Os peixes miocénicos portugueses. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 31, 309-412.