



REVISIÓN PRELIMINAR DE LAS FAUNAS DE PECES ELASMOBRANQUIOS DEL MESOZOICO Y CENOZOICO DE CHILE: SU VALOR COMO INDICADORES CRONOESTRATIGRÁFICOS

SUÁREZ, M.E.¹ Y MARQUARDT, C.²

¹Sección Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787- Santiago

²SERNAGEOMIN. Av. Santa María 0104, Santiago, Chile

INTRODUCCIÓN

Restos fósiles de peces elasmobranquios representados por dientes de tiburones fueron tempranamente reportados en depósitos del Mesozoico y Cenozoico de Chile (Philippi, 1887; Wetzel, 1930; Oliver Schneider, 1936). Lamentablemente se cuenta con reducidos estudios destinados a actualizar y reinterpretar la información paleontológica sobre esas faunas (Arratia y Cione, 1996). Investigaciones en curso sobre numerosas formaciones marinas en el norte, centro y sur de Chile, revelan la existencia de una insospechada diversidad de restos fósiles de peces elasmobranquios en este territorio. Como resultado preliminar, se presenta una revisión general de las asociaciones de faunas de peces elasmobranquios del Mesozoico y Cenozoico de Chile. El reconocimiento de asociaciones de fauna características de cada período permite discutir el valor de ciertas especies como indicadores cronoestratigráficos.

REVISIÓN CRONOLÓGICA DEL REGISTRO FÓSIL

ELASMOBRANQUIOS DEL CRETÁCICO SUPERIOR (FIG.1, LOCALIDADES 1-4)

Restos de peces elasmobranquios del Cretácico Superior han sido reconocidos en los sedimentos marinos de edad Campaniano-Maastrichtiano de la Formación Quiriquina (Philippi, 1887; Wetzel, 1930; Oliver Schneider, 1936; Arratia y Cione, 1996; Suárez, 2001). Abundantes dientes fósiles han sido recolectados en afloramientos localizados a lo largo de la costa centro y centro-sur de Chile. La fauna cretácica se encuentra representada por las familias Squalidae, Squatinidae, Odontaspidae, Dasyatidae, Sclerorhynchidae, Chimaeridae y Callorhynchidae (Suárez, 2001; Suárez *et al.*, este congreso a).

<u>LOCALIDAD</u>	<u>EDAD DE LA FAUNA</u>
1. Algarrobo	Campaniano-Maastrichtiano
2. Topocalma	Campaniano-Maastrichtiano
3. Pelluhue	Campaniano-Maastrichtiano
4. Isla Quiriquina	Campaniano-Maastrichtiano
5. Algarrobo	Eoceno
6. Punta Arenas	Eoceno
7. La Boca	Mioceno Inferior
8. Caleta Herradura	Mioceno Medio a Superior
9. La Portada	Plioceno
10. Norte Mina	Plioceno
11. Mina Fosforita	Mioceno Superior
12. Arenas de Caldera	Mioceno Medio
13. Coquimbo	Plioceno
14. El Rincón	Mioceno
15. Horecón	Plioceno
16. El Membrillo	Mioceno
17. San Antonio	Plioceno
18. La Cueva	Plioceno
19. Chiloe	Mioceno
20. Caleta Inglesa	Mioceno
21. Bahía Chañaral	Mioceno

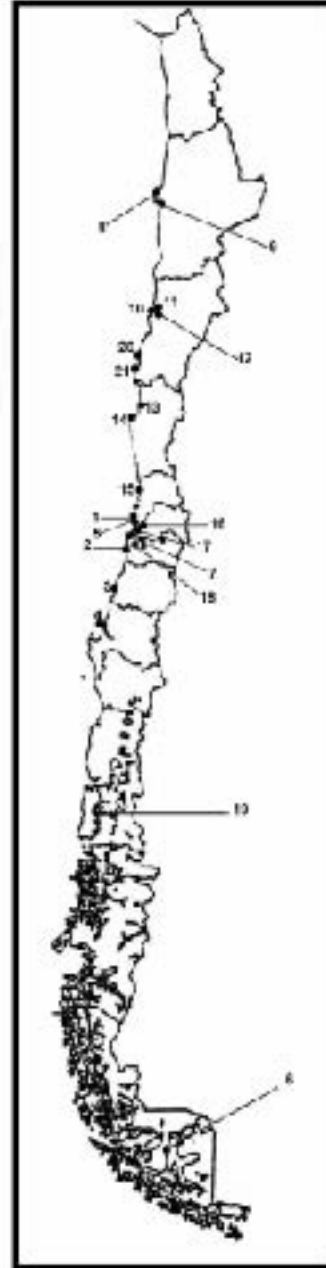


Figura 1.-Localidades con peces elasmobranquios del Mesozoico y Cenozoico de Chile.

ELASMOBRANQUIOS DEL PALEÓGENO (FIG. 1, LOCALIDADES 5-6)

El registro de elasmobranquios fósiles en este período es relativamente escaso y sólo se conocen faunas a partir del Eoceno. En Algarrobo, Chile central, en sedimentos previamente conocidos por su fauna de invertebrados (Tavera, 1980) se recuperaron varios dientes de *Myliobatis* sp. En la provincia de Magallanes, cerca de Punta Arenas, se confirmó el registro más austral de elasmobranquios fósiles provenientes sedimentos de la Formación Loreto (Fasola, 1968). La fauna de esta formación se encuentra representada por dientes de los odontáspididos *Striatolamia*

macrota y *Carcharias* sp. También se reconocieron dientes de myliobátidos y fragmentos de espinas dorsales de holocéfalos indeterminados.

ELASMOBRANQUIOS DEL NEÓGENO (FIG. 1, LOCALIDADES 7-21)

En contraste con el registro Paleógeno, la fauna fósil de peces elasmobranquios del Neógeno de Chile es rica y muy diversa. Estos han sido reconocidos en varias formaciones del norte, centro y sur de Chile y sus restos comprenden principalmente dientes, espinas y vértebras de tiburones, rayas y holocéfalos.

Mioceno Temprano: En la costa de la región de Colchagua, Chile central, se reconoce la fauna de elasmobranquios más antigua dentro del Neógeno. El material proviene de La Boca, al noroeste de Navidad y fue recolectado en la base del miembro inferior de la Formación Navidad. La fauna incluye los géneros *Squalus*, *Squatina Heterodontus*, *Odontaspis Myliobatis* y *Callorhynchus* (Suárez y Encinas, 2002)

Mioceno Medio a Tardío: En la Península de Mejillones, en niveles coquináceos de Caleta Herradura, se recolectaron abundantes dientes de tiburones de las familias Squalidae, Pristiophoridae, Heterodontidae, Lamnidae, Triakidae, Carcharhinidae y también de un mobúlido indeterminado (Suárez *et al.*, este congreso b). Más al Sur, en Bahía Inglesa, Región de Atacama, se registran las más ricas y diversas faunas de elasmobranquios fósiles conocidas hasta ahora en Chile (Long, 1993; Suárez y Marquardt, 2001; Suárez *et al.*, este congreso c). Dos principales asociaciones son aquí reconocidas. La primera proviene de un nivel de fosfato también llamado “Bone bed” *sensu* Wash y Naish (2002), el cual alcanza su mejor desarrollo en la localidad de “Mina fosforita”, al sureste de Bahía Inglesa. La segunda proviene de niveles de areniscas gruesas en parte coquináceas de la localidad de “Las Arenas”, al sureste de Caldera. Las asociaciones incluyen representantes de las familias Hexanchidae, Squalidae, Pristiophoridae, Squatinidae, Heterodontidae, Brachaeluridae, Odontaspidae, Lamnidae, Megachasmidae, Otodontidae, Cetorhinidae, Triakidae, Carcharhinidae, Sphyrnidae, Rajidae, Dasyatidae, Myliobatidae, Mobulidae y Callorhynchidae. Esta faunas se encuentran dominadas por la especie *Cosmopolitodus hastalis* y se acompañan de una abundante y rica fauna de peces óseos, aves costaneras, mamíferos carnívoros y cetáceos mysticetos y odontocetos (Suárez *et al.*, este congreso c; Wash y Naish, 2002). Más al sur, en las localidades de Caleta Inglesa y Bahía Chañaral, también asociados a niveles de fosfato y restos articulados de grandes cetáceos, se reconocieron dientes de los tiburones *Hexanchus* sp., *Cosmopolitodus hastalis*, *Isurus oxyrinchus* y espinas branquiales de *Cetorhinus* sp. Al sur de Tongoy, en sedimentos asociados a niveles de fosfato de la localidad El Rincón, se reportaron las especies *Cosmopolitodus hastalis*, *Isurus oxyrinchus* y *Aetobatus* sp. (Long, 1993). En la zona de Chile central, en coquinas de edad neógena provenientes de las localidades de El Membrillo y San Antonio, se registraron los tiburones *Cosmopolitodus hastalis*, *Isurus oxyrinchus* y *Carcharocles megalodon* (Encinas, 2002). Hasta ahora la localidad más austral en la cual se reportan restos de elasmobranquios miocenos es la Isla de Chiloé, al este de Castro. Estos comprenden dientes de *Cosmopolitodus hastalis* y del batormorfo *Myliobatis* sp. y provienen de depósitos marinos equivalentes a los estratos de Chonchi (David Quiróz, com. pers.).

Plioceno: En la Península de Mejillones, en las localidades de Cuenca del Tiburón y La Portada de Antofagasta, se registraron unos pocos dientes de *Carcharhinus albimarginatus* y numerosos dientes de *Carcharodon carcharias* (Suárez *et al.*, este congreso b). En Bahía Inglesa, en la

localidad Norte Mina, se reconocen las especies *Hexanchus griseus*, *Echinorhinus cookei*, *Isurus oxyrinchus*, *Carcharodon carcharias*, *Cosmopolitodus hastalis*, *Carcharhinus albimarginatus*, *Prionace glauca* y *Sphyrna zygaena*. En Coquimbo, en depósitos situados al sur de Caleta Herradura se registra la especie *Carcharodon carcharias* asociada a restos de cetáceos fósiles (Felipe Staig, com.pers). En la región costera central de Chile, en sedimentos pliocenos de la Formación Horcón (Tavera, 1960), fueron registrados dientes de los tiburones *Carcharodon carcharias* e *Isurus oxyrinchus*. Más al sur, en la Formación La Cueva, se reconocieron espinas rostrales de *Pristiophorus* sp. y abundantes dientes de *Carcharodon carcharias*, *Myliobatis* sp. y fragmentos de espinas dorsales de holocéfalos indeterminados (Encinas et al., este congreso).

VALOR CRONOESTRATIGRÁFICO

Las asociaciones de elasmobranquios del Cretácico Superior (Campaniano-Maastrichtiano) se encontraron dominadas por tiburones lamniformes Odontaspidae del género *Carcharias* y batomorfos Sclerorhynchidae de la especie *Ischyrhiza chilensis* (Suárez et al., este congreso a). Las espinas rostrales de estos últimos peces (Fig. 2, A) son abundantes y caracterizan los niveles inferiores de la Formación Quiriquina. Debido a que todos los representantes de este género se extinguen en forma global hacia el final del Maastrichtiano, sus restos fósiles pueden ser considerados buenos indicadores de Cretácico Tardío en Chile. En la localidad de Algarrobo los fósiles de elasmobranquios se encuentran asociados al amonite *Grosouvreites* sp. que indica una edad Campaniano (Levi y Aguirre, 1962). Por otro lado el análisis de Sr de caparazones de moluscos fósiles recolectados en niveles superiores al de la fauna de peces indicaron un rango de edad de 68 a 70 Ma. Esta antigüedad, correspondiente a un Maastrichtiano bajo, resulta coincidente con la edad previamente propuesta para la parte baja de la Formación Quiriquina (Stinnesbeck, 1986).

Durante el Paleógeno temprano no ha sido confirmado todavía ningún registro de peces elasmobranquios ni óseos en Chile y estos no aparecen sino hasta el Eoceno. La fauna de peces elasmobranquios de la Formación Loreto, Punta Arenas, se encuentra dominada por los tiburones odontáspididos *Striatolamia macrota* (Fig. 2, B) y *Carcharias* sp. La primera especie ha sido previamente registrada en el Eoceno de Europa y África (Cappetta, 1987) y es muy abundante en el Eoceno de la Formación La Meseta, en la Antártica (Long, 1992). Al igual que en Formación Loreto, *Striatolamia* y *Carcharias* son los géneros de tiburones mejor representados en la asociación de elasmobranquios antárticos. Consecuentemente, la presencia de *S. macrota* en Formación Loreto soporta la edad Eoceno previamente propuesta para esa unidad (Fasola, 1968).

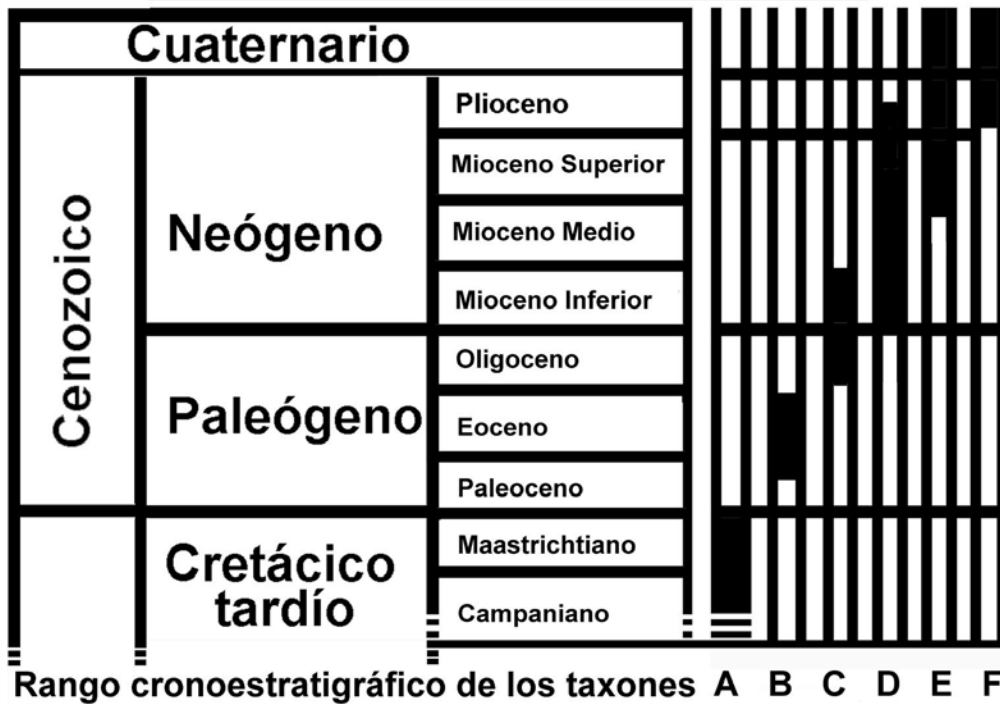
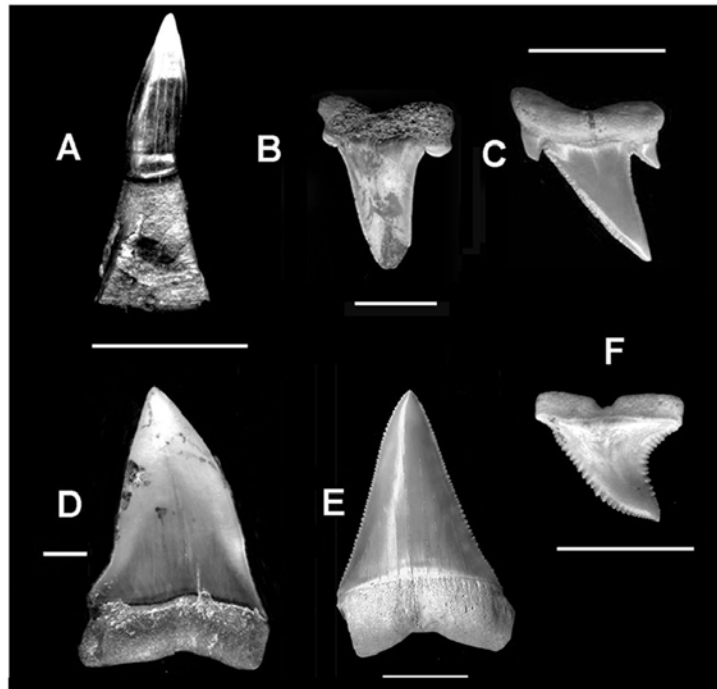


Figura 2.- Elasmobranquios del Cretácico y Cenozoico de Chile. A: *Ischyrrhiza chilensis*, espina rostral, Campaniano-Maastrichtiano, Formación Quiriquina. B: *Striatolamia macrota*, diente superior, Eoceno Formación Loreto. C: *Carcharoides totuserratus*, diente superior-lateral, Mioceno inferior, Formación Navidad. D: *Cosmopolitodus hastalis*, diente superior-anterior, Mioceno Superior, Formación Bahía Inglesa. E: *Carcharodon carcharias*, diente inferior, Plioceno Formación Bahía Inglesa, Caldera. F: *Prionace glauca*, diente lateral-superior, Plioceno, Formación Bahía Inglesa. Escala 1 cm. G: Rango cronoestratigráfico de especies correspondientes a figura 2, A-F.

Hasta el momento no hay evidencia fósil de elasmobranquios ni de otros linajes de peces durante el Oligoceno y su registro se conoce solo desde el Mioceno Temprano. En la base de la Formación Navidad se registra *Carcharoides totuserratus* (Fig. 2, C), una especie característica de esa unidad y que ha sido citada para el Paleógeno Tardío y Mioceno Temprano de Patagonia Argentina (Cappetta, 1987; Cione y Expósito, 1980). La presencia de esta especie sugiere una edad Mioceno Temprano para la sección basal del miembro inferior de la Formación Navidad. Esto resulta congruente con los resultados del análisis de Sr realizados en caparazones de moluscos asociados con esta especie, que indican una edad mínima de 19 Ma., correspondiente al Burdigaliano.

En el Neógeno encontramos una gran variedad de elasmobranquios sin embargo, sólo una pequeña fracción de los mismos aporta información cronoestratigráfica. Dos especies de tiburón presentes en la Formación Bahía Inglesa, *Cosmopolitodus hastalis* (Fig. 2, D) y *Carcharodon carcharias* (Fig. 2, E), han sido previamente utilizados como indicadores zonales en el Neógeno de la Formación Pisco, Perú. (Muizon y De Vries, 1985; Apolín, 2001). En esa formación la primera especie es registrada sólo hasta el Mioceno Tardío mientras que *Carcharodon carcharias* aparece sólo a partir del Plioceno temprano. En contraste con el registro peruano, en la localidad Mina Forforita (Formación Bahía Inglesa) *Cosmopolitodus hastalis* y *Carcharodon carcharias* se encuentran asociados en un nivel de fosfato asignado al Mioceno Tardío (Suárez *et al.*, este congreso c; Wash y Naish, 2002). En este nivel *C. hastalis* es la especie dominante, como se observa en la Formación Pisco, mientras que la especie *C. carcharias* es proporcionalmente muy escasa. La situación se invierte en localidades pliocenas de la misma formación tales como Norte Mina, en dónde *C. carcharias* se vuelve extremadamente abundante mientras que *C. hastalis* sólo ha sido excepcionalmente registrado. El marcado dominio de *C. hastalis* v/s pobre registro de *C. carcharias* en los fosfatos de Mina Fosforita, sugiere una edad Tortoniano para la asociación de elasmobranquios (Apolín, 2001). Esto es congruente con una datación K/Ar en biotita de $7,6 \pm 1,3$ M.a obtenida de cenizas que sobreyacen a estos niveles (Marquardt *et al.*, 2000). La más conspicua diferencia entre la faunas de Mina Fosforita y Las Arenas es la ausencia de *C. carcharias* en la segunda localidad. Esto demostraría que la fauna de Las Arenas sería más antigua que la de Mina Fosforita, probablemente Mioceno Medio (Suárez *et al.*, este congreso c). La presencia de *Cosmopolitodus hastalis* sobre ausencia de *Carcharodon carcharias* permite reconocer sedimentos de edad Mioceno en Caleta Herradura de Mejillones, Caleta Inglesa, Chañaral Aceituna, Bahía Chañaral, El Rincón, Lo Abarca y Chiloé. En las localidades de Cuenca Tiburón, La Portada, Coquimbo, Horcón y la Cueva se observó una notable abundancia de *Carcharodon carcharias* sobre ausencia de *Cosmopolitodus hastalis* lo cual permite asignarles una edad Plioceno.

La especie *Prionace glauca* (Fig. 2, F) también presente en el Neógeno de la Formación Bahía Inglesa, hasta ahora sólo ha sido reconocida en niveles que sobreyacen a los fosfatos y cineritas arriba mencionados. En la localidad Norte Mina esta especie se encontró en un asociación dominada por *C. carcharias*. El registro fósil global de *Prionace glauca* evidencia que su aparición no fue anterior al Plioceno Inferior (Zancleano) (Cappetta, 1987; Landini, 1979) por lo tanto esta especie puede ser considerada un excelente indicador de localidades pliocenas. Su presencia en niveles con abundancia de tiburones blancos (*C. carcharias*) permite reforzar en mejor forma la idea de que la alta frecuencia de la última especie constituye un buen criterio para reconocer niveles pliocenos en depósitos neógenos de Chile y Perú.

CONCLUSIONES

Este trabajo ha permitido, 1º: evaluar preliminarmente la diversidad de las faunas de elasmobranquios fósiles de Chile y 2º: demostrar la potencial utilidad de algunas especies como indicadores cronoestratigráficos en distintas formaciones del Cretácico y Cenozoico de Chile.

Las faunas del Cretácico Superior se encontraron dominadas por batomorfos rajiformes del género *Ischyrhiza* y tiburones lamniformes del género *Carcharias*. Los representantes del primer grupo se extinguieron definitivamente en el Maastrichtiano mientras que los segundos persistieron durante casi todo el Cenozoico, con buenos registros en el Eoceno y Mioceno. Un notable incremento en la diversidad taxonómica es evidenciado a partir del Mioceno inferior, alcanzando su máximo apogeo en el Mioceno Superior. Las faunas de elasmobranquios registradas durante el Mioceno evidencian componentes particulares tales como tiburones pristiophoriformes, heterodontiformes y orectolobiformes que en la actualidad no habitan aguas chilenas pero que sí han persistido en el Pacífico Sur Oriental.

Durante el Mioceno Medio-Tardío el tiburón más común en las asociaciones de elasmobranquios es el lamniforme *Cosmopolitodus hastalis*. En el Plioceno el rol ecológico de esta especie es aparentemente ocupado por *Carcharodon Carcharias*, el cual domina las asociaciones de elasmobranquios esa edad. En general, a partir del Plioceno las asociaciones faunísticas evidenciarían una composición similar a la que actualmente se observa en las aguas del Pacífico de Chile y Perú.

Seis especies fueron reconocidas como buenos indicadores de edad en el Mesozoico y Cenozoico de Chile:(Fig 2): El rajiforme *Ischyrhiza chilensis* resultó ser un buen indicador de Cretácico Superior, en el lapso Campaniano- Maastrichtiano para Chile. El odontáspidido *Striatolamia macrotia* es conocido globalmente desde el Paleoceno temprano pero se hace especialmente abundante en el Eoceno, dominando las asociaciones de elasmobranquios. *Carcharoides totuserratus* es un buen índice de localidades entre el Oligoceno y el Mioceno Inferior. *Cosmopolitodus hastalis* es reconocido como un buen índice de localidades miocenas, aun cuando excepcionalmente puede ser registrado en Plioceno Inferior. Como lo indica su registro en localidades del Pacífico occidental la especie evidencia su máxima abundancia en sedimentos de edad Mioceno Medio a Superior. *Carcharodon carcharias* se encuentra presente en Chile desde el Mioceno Tardío (Tortoniano) siendo muy escaso en los niveles de fosfato de Mina Fosforita, en la Formación Bahía Inglesa. Su presencia en esa localidad representaría la ocurrencia más antigua de tiburones blancos para el Pacífico de Sudamérica ya que estos han sido previamente reconocidos en el Mioceno Superior de Argentina (A. Cione, com. pers.).

C. carcharias se hace abundante sólo después del Mioceno, cuando *Cosmopolitodus hastalis* comienza a ser escaso en el registro global. La decadencia y desaparición de la segunda especie durante el Plioceno permite a *C. carcharias* convertirse en el elasmobranquio dominante de las asociaciones de vertebrados marinos del Plioceno.

Aún considerando su escaso registro fósil, *Prionace glauca* debe ser considerado un buen y más certero indicador Plioceno que *C. carcharias*. Su presencia en el Neógeno de la Formación Bahía Inglesa representa el primer registro fósil de la especie para Sudamérica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el valioso apoyo y colaboración prestado por G. Arratia (Berlin), L.A. Cione (Museo de la Plata, Argentina), J.Lamilla (UACH), J. G. Apolín (U. Mayor, Perú), O. Fritis (U. de Concepción), A.Encinas (U. De Chile), C. Arévalo, .D. Ward (Reino Unido) ,J. Canto (MNHN) J.Valenzuela (Sociedad Paleontológica de Chile). Dataciones radiométricas y trabajo de campo fueron posibles gracias K. Mc Gregory, S. Pekar (USA),

REFERENCIAS

- Apolín, J. G. 2001. *Isurus oxyrinchus* Rafinesque, 1810 “mako de aletas cortas” como posible ancestro de *Carcharodon carcharias* (Linnaeus, 1758) “tiburón blanco” (Chondrichthyes: Lamnidae). Tesis de grado para obtener el título de Biólogo con mención en Zoología. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima Perú.
- Arratia, G. and Cione, A.L. 1996. The fish fossil record of southern South America. In Arratia, G.(ed.) The vertebrate fossil record of southern South America. Múchener Geowissenschaft Abhandlungen 30, A:9-72.
- Cappetta, H. 1987. Handbook of Paleichthyology, vol.3B, ChondrichthyesII, Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii, 193 pp., Gustav Fisher Verlag, New York, 1987.
- Cione, A.L. y Expósito, E. 1980. Chondrichthyes (Pisces) del "Patagoniano", s.l. de Astra, Golfo de San Jorge, Prov. de Chubut, Argentina. Su significación paleoclimática y paleobiogeográfica. Actas del II Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía y del I Congreso Latinoamericano de Paleontología. Buenos 2: 275-290.
- Encinas, A. 2002. Presencia de vertebrados marinos neógenos en la Formación Lo Abarca, Chile central. Actas del 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología Vertebrados, p. 32. Santiago, Chile.
- Encinas, A., Finger, K., Nielsen, S., Suárez, M.E., Peterson, D., Le-Roux, J. (este Congreso). Evolución Tecto-Sedimentaria de la Cuenca Neógena de Navidad (33° 40'S- 34° 15'S) Chile Central.
- Fasola, A. 1968. Estudio palinológico de la Formación Loreto (Terciario Medio), Provincia de Magallanes, Chile.- Ameghiniana 6(1): 3-49.
- Levi, B. y Aguirre, L. 1962. El Conglomerado de Algarrobo y su relación con las formaciones del Cretácico Superior de Chile Central. Anales de las Primeras Jornadas Geológicas argentinas, II, 417-431.
- Long, D.J. 1992. Sharks from the La Meseta Formation (Eocene) Seymour Island, Antarctic Peninsula. Journal of vertebrate Paleontology 12(1):11-32.
- Long, D.J. 1993. Late Miocene and Early Pliocene fish assemblages from the north central coast of Chile. Tertiary Research, 14(3) 1 Plate, 2 Text-figs, 1 Table.
- Marquardt, C.; Blanco, N.; Godoy, E.; Lavenu, A.; Ortlieb, L.; Guzmán, N. 2000. Estratigrafía del Cenozoico Superior en el área de Caldera (26° 45'- 28°S), II Región de Atacama, Chile. En actas del IX Congreso Geológico Chileno. Vol 1, 3, 504-508.
- Landini, W. 1979. Revisione degli "Ittiodontoliti plioceni" della collezione Lawley. Paleontographia Italica. Vol. LXX (n. Ser. Vol XL) p. 92 -134.
- Muizon, C. y De Vries, T. 1985. Geology and Paleontology of late Cenozoic marine deposits in the Sacaco area (Peru) Geologische Rundschau 74(3):547-563.
- Philippi, R. A. 1887. Los Fósiles cuaternarios y terciarios de Chile. 256 pp., 58 láms. Imprenta Brockhaus, Leipzig.
- Oliver Schneider, C. 1936. Comentarios sobre los peces fósiles de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 40: 306-323.
- Stinnesbeck, W. 1986. Faunistic and paleoecological conditions of the Quiriquina Formation (Maastrichtian) of central Chile. Palaeontographica Abteilung A, 194, 99-237.
- Suárez, M.E. 2001. Fossil fish faunas from the Quiriquina Formation, Late Cretaceous (Maastrichtian) of Chile, South America. III International Meeting on Mesozoic fishes, Serpian, Switzerland. Abstract Book p. 59.
- Suárez, M.E.; Marquardt, C. 2001. Neogene selachians from the Bahía Inglesa Formation, North of Chile. In Actas of XVII the Jornadas Argentinas de Paleontología Vertebrados. Esquel, Chubut p.37.
- Suárez M. E.; Encinas, A. 2002. Vertebrados marinos del miembro inferior de la Formación Navidad. Actas del 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología Vertebrados, p. 51-52.
- Suárez M.E., Quinzio, L.A., Fritis, O. (este congreso a). Aportes al conocimiento de los vertebrados marinos de la Formación Quiriquina. Este Congreso
- Suárez, M.E., Marquardt, C, Lavenu, A., Wilke, H. y Marinovic, N. (este congreso b). Vertebrados marinos neógenos de la Formación La Portada, II Región, Chile.
- Suárez M.E., Marquardt, C. Lamilla, J. O. Fritis, Chávez, M. y Valenzuela, J. (este congreso c). Faunas de vertebrados marinos del Mioceno de Caldera.

- Tavera, J. 1960. El Plioceno de Horcón en la provincia de Valparaíso. *Anales de Ciencias físicas y matemáticas, Universidad de Chile*, Vol. 17. 17, 347-367.
- Tavera, J. 1980. Cretáceo y Terciario de la localidad de Algarrobo. Informe inédito, Biblioteca Departamento de Geología. Universidad de Chile, Santiago, 45 p.
- Wash, S. & Naish, D. 2002. Fossil Seals from Late Neogene deposits in South America: A new pinniped (Carnivora, Mammalia) assemblage from Chile. *Paleontology*, Vol 45, 2, pp.821-842.
- Wetzel, W. 1930. Die Quiriquina-Schichten als Sediment und Paläontologischen Archiv. *Palaeontographica, Abteilung A*, 73, 49-106.