

# Presencia de peces (Chondrichthyes: Lamnidae) en Formación Navidad (Neógeno del Chile Central)

Moreno, D. & Díaz, R.

Centro de Estudios Paleontológicos de Chile

E-mail: [cepchile@gmail.com](mailto:cepchile@gmail.com)

Website: [www.cepchile-paleontologia.es.tl](http://www.cepchile-paleontologia.es.tl)

CHILE, Santiago, diciembre 2010.

Con fecha 13, 14 y 15 de octubre de 2007, se realizó una prospección paleontológica en la Formación Navidad (33° 55' S – 34° 00' S) a fin de obtener en el lugar, muestras in situ de fósiles de peces Chondrichthyes (Huxley, 1880) informados, entre otros, por los trabajos realizados con anterioridad en este terreno (Suárez et al., 2006) y que permiten establecer la presencia de a lo menos dos géneros de la Familia Lamnidae (Berg, 1958) para el Neógeno del Chile Central.

La prospección referida fue realizada como parte de un ejercicio práctico del Curso de Paleontología impartido por el Grupo de Investigaciones Paleontológica de Chile (GRINPACH) en el año 2007 y los materiales colectados, si bien en su

mayoría no fueron debidamente informados a los organismos pertinentes tal y como establece para Chile la normativa vigente, el material colectado por uno de los autores de este trabajo (D. Moreno), fue informado en las II Jornadas Paleontológicas de esa organización realizadas en el año 2007, con el fin de referenciar al menos parte de los materiales obtenidos en la prospección indicada. Los materiales descritos en esta publicación si bien no constituyen un nuevo aporte al conocimiento de elasmobranquios y específicamente de lámnicos en el sector, ya que este grupo se encuentra actualmente bien estudiado y documentado, sí permanecen como evidencia del trabajo y prospección realizados en las fechas señaladas,

contribuyendo a apoyar el registro de lámnicos para la zona.

Los sitios prospectados fueron La Boca, Matanzas y Boca Pupuya.

### **FORMACION NAVIDAD (33°55' - 34°00'S)**

La Formación Navidad, originalmente definida por Darwin (1846), se ubica a 145 km de Santiago, en el sector costero de la VI región, en la provincia Cardenal Caro.

La formación comprende capas de sedimentación marina en que se distinguen areniscas de grano fino, de color amarillo y otras de gris claro, que es donde se encuentran la mayor parte de los fósiles marinos. También existen niveles de tipo continental, con presencia de fósiles de hojas, maderas, humus y carbón.

La vista general de la Formación Navidad se caracteriza por la horizontalidad que presentan las capas sedimentarias, aspecto que se evidencia no sólo a lo largo de la línea costera, sino también, en varios kilómetros hacia el interior, donde quiera que como resultado de la erosión los sedimentos quedan al descubierto en quebradas o afloramientos.

La Formación Navidad, con un espesor estimado 470 m. de altura; se divide en tres cuerpos (miembros) litológicos bien definidos y que son nombrados como: **1) El Miembro superior o Rapel**, con un espesor de 150 m.; **2) El Miembro intermedio o Miembro Licancho**, que comprende unos 20 m. y **3) El Miembro inferior o Miembro Navidad** con un espesor de unos 300 m. y que es considerado como el miembro más representativo ya que contiene la mayoría de los fósiles descritos para la formación.

**Tavera (1968, 1979)** es el primer autor que consideró la Formación Navidad como un conjunto litológico formado por tres miembros: Rapel, Licancho y Navidad.

Se ha cuestionado la utilización por parte de Tavera del mismo nombre (Navidad), para designar la Formación en general y también para designar a uno de sus miembros componentes (el miembro inferior) aunque esto no manifiesta acuerdo con lo establecido en la Guía Estratigráfica Internacional, en el sentido de que no debe asignarse el mismo nombre de la unidad original (formación) para designar alguna

de sus subdivisiones (miembro) (Hedberg, 1980; Murphy & Salvador, 1999).

La Formación Navidad descrita por Darwin en 1846, ha sido estudiada y descrita también por **Etchart (1973)** quien divide la Formación Navidad en dos formaciones consecuentes: Formación La Boca, de edad miocena media, y Formación Navidad, de edad miocena tardía, dividiendo a su vez esta última en tres miembros (miembros I, II y III).

Un análisis pormenorizado de esta última descripción, permite concluir que la Formación La Boca y el Miembro I de la Formación Navidad resultan correspondientes con el Miembro Navidad de Tavera (1968, 1979), mientras que los miembros II y III de la Formación Navidad descrita por Etchart (1973), corresponden a los miembros Lincancho y Rapel descritos por Tavera.

Otro trabajo muy interesante es el de **Cecioni (1978)** y que ofrece una descripción y división litológica muy pormenorizada de la Formación Navidad. Por último **Gana et al. (1996)** y **Wall et al. (1996)** señalan a la Formación Navidad como una unidad continua de edad miocena-pliocena que

comprendería el conjunto de los miembros definidos por Tavera (1968, 1979), incluyendo, además, las capas de Lo Abarca y las coquinas de El Tabo-San Antonio (Fuenzalida y Varela, 1964).

La Formación Navidad y su registro fósil ha sido estudiada por diversos paleontólogos y que han aportado al conocimiento paleontológico de este conjunto litológico y de su correspondiente riqueza fosilífera (e.g., Philippi, 1887; Tavera, 1979; Martínez-Pardo y Valenzuela, 1979; Covacevich y Frassinetti, 1986; Troncoso, 1991; Frassinetti y Covacevich, 1993; Méon *et al.*, 1994; Nielsen *et al.*, 2004; Nielsen, 2005).

## EDAD DE LA FORMACION NAVIDAD

La edad de la Formación Navidad ha sido objeto de intenso debate. **Tavera (1968, 1979)** asignó a la Formación Navidad (miembros Navidad, Lincancho y Rapel) una edad correspondiente al Burdigaliano (Mioceno Temprano), basando dicha asignación en análisis comparativos de la fauna de moluscos de esta unidad con la del Patagoniano de Argentina. (Encinas et al., 2006)

Otros trabajos, con base en microfósiles (foramíniferos), han indicado edades que varían entre el Mioceno Temprano (Herm, 1969), Mioceno Medio (Martínez-Pardo y Valenzuela, 1979), Mioceno Temprano a Mioceno Tardío (Martínez-Pardo, 1990) y Mioceno Tardío (Martínez-Pardo y Osorio, 1964; Cecioni, 1978; Ibaraki, 1992).

Otro trabajo, basado en el estudio de ostrácodos (Osorio (1978), aportó una edad miocena tardía para la Formación Navidad.

Estudios más recientes sobre la Formación Navidad han señalado una edad que va del Mioceno Tardío al Plioceno Temprano. (Finger *et al.*, 2003; Encinas *et al.*, 2005; Encinas, 2006).

#### **REGISTRO FOSIL DE FORMACION NAVIDAD**

La Formación Navidad presenta localmente abundantes fósiles de:

**Moluscos** (Sowerby, 1846; Hupé, 1854; Philippi, 1887; Stuardo y Villarroel, 1975; Tavera, 1979; Frassinetti y Covacevich, 1984; Covacevich y Frassinetti, 1986; Nielsen y Frassinetti, 2003; Nielsen *et al.*, 2004; Nielsen, 2005). **Foraminíferos** (Martínez-Pardo y Valenzuela, 1979; Finger *et al.*,

2003). **Ostrácodos** (Finger *et al.*, 2003). **Corales** (Philippi, 1887). **Briozoos** (Philippi, 1887). **Equinodermos** (Kutscher *et al.*, 2004). **Cangrejos** (Feldmann *et al.*, 2005). **Peces** (Suárez *et al.*, 2006) y **Plantas** (Troncoso, 1991; Troncoso y Romero, 1993; Méon *et al.*, 1994; Troncoso y Encinas, 2006).

#### **PRESENCIA DE ELASMOBRANQUIOS EN LA FORMACION NAVIDAD**

Phillippi (1886) fue el primer investigador en informar la presencia de tiburones en la Formación Navidad.

Este mismo investigador, en su obra "Los fósiles cuaternarios y terciarios de Chile" (1887) ilustra un gran diente encontrado en la localidad de Matanzas. El diente fue asignado inicialmente al género **Carcharias** (Rafinesque, 1810) y comparado con un diente muy semejante procedente de la localidad de La Herradura en la Formación Coquimbo. Ambos dientes, fueron ilustrados por Phillipi en su obra.

Mucho más recientemente, Covacevic & Frassinetti (1980), señalaron la presencia del género **Lamna** (Cuvier, 1816) en un trabajo sobre fauna de invertebrados

procedentes de la localidad de Punta Alta. En un reporte posterior, se informa la presencia de elasmobranquios en el miembro inferior de la Formación Navidad (Suárez & Encinas, 2006), trabajo en el que se informa la presencia de *Squalus sp.*, *Pristiophorus sp.*, *Heterodontus sp.*, *Megascyliorhinus trelewensis*, *Carcharias cuspidata*, *Odontaspis ferox*, *Isurus oxirinchus*, *Cosmopolitodus hastalis*, *Carcharoides totuserratus*, *Myliobatis sp.* y *Callorhinchus sp.*, reportados por primera vez para el Mioceno temprano de Chile.

La diversidad faunística de elasmobranquios descrita por Suárez & Encinas (2006), comprende especies que generalmente son características de aguas profundas, así como también especies cuyo habitat corresponde con ambientes más bien de aguas someras, permitiendo esta diversidad de elasmobranquios inferir que en el sector de Formación Navidad probablemente confluían ambas características. Por otra parte, algunos de los taxa reportados para el sector permiten además sugerir que en la zona se evidenciaba la presencia de aguas templadas o cálidas.

## SISTEMATICA PALEONTOLOGICA

Clase CHONDRICHTHYES  
Orden LAMNIFORMES  
Familia LAMNIDAE  
Género *Isurus* Cuvier, 1816  
*Isurus oxirinchus* (Rafinesque, 1809)

## MATERIALES Y METODOS

Los materiales que dan origen a este trabajo proceden del sector Boca Pupuya, a unos 3 km. al Sur de Matanzas y fueron colectados mediante excavación superficial en un terreno caracterizado por sedimentos de arenisca de grano fino y color gris oscuro que evidencian además gran presencia y diversidad de invertebrados.

El material colectado comprende dos dientes: 1) un diente completo, en regular estado de conservación, faltándole sólo una sección de la pieza basal o raíz y con signos de desgaste por arrastre ( Pieza 1 (P1)) – Fig. 5 y 6 y 2) un diente fragmentado, comprendiendo sólo parte de la corona que se presenta fracturada conservando sólo la porción distal de la cúspide ( Pieza 2 (2)) – Fig. 7 y 8.

La Pieza 1 (P1), corresponde a un diente de unos 3 cm., de estructura alargada y con una leve inclinación hacia posterior que hace suponer que se trata de un diente lateral. (Fig. 5)



Fig. 5.- Imagen in situ de uno de los dientes (P1) colectados en la Formación Navidad (Fotografía Diego Moreno Salinas)

La raíz de la P1 no se encuentra completa faltándole parte de uno de los lóbulos. Presenta estrías bien marcadas en la cara lingual y una cara lisa en su sector labial. La cúspide o corona es angulada y se encuentra completa aunque muestra indicios de haber sufrido desgaste probablemente como resultado de arrastre provocando que la punta de la corona se presente roma y no aguzada. (Fig. 6)



Fig. 6.- Pieza 1 [Fotografía R. Díaz]

La Pieza 2 (P2) corresponde a un diente anterior que presenta un fragmento de corona más bien recta y curvada hacia atrás. (Fig. 7 y 8)



Fig. 7.- Imagen in situ de uno de los dientes (P2) colectados en la Formación Navidad. (Fotografía Diego Moreno Salinas)

La corona presenta una punta aguzada y por su tamaño, aunque se encuentra fragmentada, corresponde a una pieza de unos 3 cm. de longitud.



Fig. 8.- Pieza 2 [Fotografía R. Díaz]

### COMENTARIOS

Las dos piezas colectadas (P1, P2) confirman y documentan la presencia en la Formación Navidad (33° 55' S – 34° 00' S) de peces Condriichthyes del Orden Lamniformes, correspondientes a la Familia Lamnidae.

Si bien la presencia de estos peces había sido documentada anteriormente por los trabajos de prospección de Suarez et al. (2006), el presente trabajo permite contar

con un material adicional atribuible a elasmobranquios de la zona (P1 y P2), que si bien no representan un material paleontológico de significativo interés, considerando además el regular estado de conservación de las piezas, sí constituyen un material que apoya el registro de lámnicos para la zona.

Las dos piezas colectadas son asignadas al género *Isurus*, ya que presentan el siguiente conjunto de características propias de ese género: la corona es elongada y angosta, no presenta crenulación o aserradura y es lisa en su cara labial, rasgos característicos del género.

Al menos una de las piezas (P2), puede ser asignada de manera específica a *I. oxyrinchus* cuya presencia en sedimentos fosilíferos se data desde el Oligoceno y hasta el reciente. Este linaje de tiburones, conocidos como marrajos o makos, llega a medir entre 4 y 4,5 m. de longitud y los ejemplares de mayor envergadura pueden alcanzar un peso de hasta 750 k.

## REFERENCIAS

- Cecioni, G. 1978.** Petroleum possibilities of the Darwin's Navidad Formation near Santiago, Chile. *Publicación Ocasional del Museo Nacional de Historia Natural, Chile* 25: 3-28.
- Covacevich, V. y Frassinetti, D., 1980.** El género *Ficus* en el Mioceno de Chile central con descripción de *F. gayana* sp. nov. *Gastropoda:Ficidae. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat., Chile*, 37:281-294.
- Covacevich, V.; Frassinetti, D. 1986.** El género *Cancellaria* en el Mioceno de Chile, con descripción de cuatro especies nuevas (Gastropoda: Cancellariidae). *Revista Geológica de Chile* **28-29: 33-67.**
- Darwin, C. (1846).** Geological observations on South America. *Smith, Elder and Co.:* 279 p. London.
- Encinas, A.; Finger, K.; Nielsen, S.; Suárez, M.; Peterson, D.; Le Roux, J. 2003a.** Evolución tectono-sedimentaria de la cuenca Neógena de Navidad (33°40'S -34°15'S), Chile Central. *In Congreso Geológico Chileno, No. 10, Actas, CD-ROM:* 10 p. Concepción.
- Encinas, A.; Le Roux, J.; Finger, K.; Peterson, D.; Suárez, M.; Nielsen, S. 2003b.** Age and Deposition of the Lower Navidad Formation in Central Chile. *In Latinamerican Congress of Sedimentology, No. 3: 160-161. Bélem-Pará, Brasil.*
- Encinas, A.; Finger, K.; Nielsen, S.; Lavenu, A.; Buatois, L.; Peterson, D. 2005.** Late Miocene coastal subsidence in central Chile. Tectonic implications. *In International Symposium on Andean Geodynamics, No. 6: 246-249. Barcelona.*
- Encinas, A. 2006.** Estratigrafía y sedimentología de los depósitos marinos mio-pliocenos del área de navidad (33°00'-34°30'S), Chile central. Implicaciones con respecto a la tectónica del antearco. Tesis de Doctorado (Inédito), *Universidad de Chile, Departamento de Geología:* 177 p.
- Encinas A. et al., 2006.** Nuevo esquema estratigráfico para los depósitos marinos mio-pliocenos del área de Navidad (33°00'-34°30'S), Chile central. *Revista Geológica de Chile, Vol. 33, No. 2, p. 221-246, Julio 2006.*
- Etchart, H. 1973.** Geología del área San Enrique-Bucalemu, provincia de Santiago. Memoria de Título



(Inédito), *Universidad de Chile, Departamento de Geología*: 176 p.

**Feldmann, R.M.; Schweitzer, C.E.; Encinas, A. 2005.** New decapods from the Navidad Formation (Miocene) of Chile. *Journal of Crustacean Biology* **25** (3): 427-449.

**Finger, K.; Encinas, A.; Nielsen, S.; Peterson, D. 2003.** Microfaunal indications of Late Miocene deep-water basins off the Central coast of Chile. *In Congreso Geológico Chileno, No. 10, Actas, CD-ROM*: 8 p. Concepción.

**Frassinetti D., 1978.** Matanziella, Nuevo Subgénero de Bivalvia (Molusca: Lucinidae) en el Mioceno de Chile Central. *Revista Geológica de Chile, Nº 5, 1978.*

**Frassinetti, D.; Covacevich, V. 1984.** Estudio del género *Glycymeris* da Costa, 1778 en el Terciario de Chile con descripción de dos nuevas especies (Mollusca: Bivalvia). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, **40**: 107-133. Chile

**Frassinetti, D.; Covacevich, V. 1993.** Bivalvos del Mioceno de Matanzas (Formación Navidad, Chile Central). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural* **44**: 73-97. Chile

**Fuenzalida, H.; Varela, J. 1964.** Geología del Cenozoico de la región de Cartagena y San Antonio. *Sociedad Geológica de Chile, Resúmenes*, **6**: 17-18.

**Gana, P.; Wall, R.; Gutiérrez, A. 1996.** Mapa geológico del área Valparaíso-Curacaví, regiones de Valparaíso y Metropolitana. *Servicio Nacional de Geología y Minería. Mapas Geológicos, 1, escala 1:100.000*: 20 p. Santiago.

**Hedberg, H. 1980.** Guía Estratigráfica Internacional. *Editorial Reverté*: 205 p. Barcelona.

**Herm, D. 1969.** Marines Pliozän und Pleistozän in Nord- und Mittel-Chile unter besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. *Zitteliana* **2**: 1-159.

**Hupé, H. 1854.** Malacología y conchiliología. *In Historia física y política de Chile* (C. Gay; editor). *Maulde et Renou*: 449 p. París.

**Ibaraki, M. 1992.** Planktonic foraminifera from the Navidad Formation, Chile: Their geologic age and paleoceanographic implications. *In Centenary of Japanese Micropaleontology* (Ishizaki, K.; Saito, T.; editors).

*Terra Scientific Publishing Company*: 91-95. Tokyo.

**Kutscher, M.; Neumann, C.; Nielsen, S.; Reich, M.; Villier, L. 2004.** Echinoderms from the Miocene of Chile. *In* Echinoderms (Heinzeller, T.; Nebelsick, J.H.; editors). Proceedings of the 11th International Echinoderm Conference, Munich, Germany, 6-10 October, 2003. *A.A. Balkema Publishers*: 453-456. Leiden.

**Lavenu A., Encinas A., 2005.** Deformación frágil de los depósitos neógenos de la cuenca de Navidad (Cordillera de la Costa, 34°S, Chile central). *Revista Geológica de Chile, Vol. 32, No. 2, p. 229-248, 12 Figs., 1 tabla, Julio 2005.*

**Martínez-Pardo, R.; Osorio, R. 1964.** Discoastéridos y Foraminíferos de la Formación Navidad. Nuevos antecedentes para su datación. *Sociedad Geológica de Chile, Resúmenes 9*: 5-6.

**Martínez-Pardo, R.; Valenzuela, M. 1979.** Discoastéridos de la Formación Navidad (emend. Etchard, 1973), en Punta Perro, Prov. de San Antonio, Chile. *In Congreso Geológico Chileno, No. 2, Actas*: H 77-H100. Arica.

**Martínez-Pardo, R. 1990.** Major Neogene events of the Southeastern Pacific: the Chilean and Peruvian record. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 77*: 263-278.

**Méon, H.; Torres, T.; Martínez-Pardo, R. 1994.** Sporopollinic analysis in the Navidad Formation near Navidad (Chile). *In Congreso Geológico Chileno, No. 4, Actas*: 488-490. Concepción.

**Murphy, M.A.; Salvador, A. 1999.** International Stratigraphic Guide. *An abridged version. Episodes, 22 (4)*: 255-171.

**Nielsen, S.N.; Frassinetti, D. 2003.** New and little known species of Pseudolividae (Gastropoda) from the Tertiary of Chile. *The Nautilus 117*: 91-96.

**Nielsen, S.N.; Frassinetti, D.; Bandel, K. 2004.** Miocene Vetigastropoda and Neritimorpha (Mollusca, Gastropoda) of Central Chile. *Journal of South American Earth Sciences 17*: 73-88.

**Nielsen, S.N. 2005.** Cenozoic Strombidae, Aporrhaidae, and Struthiolariidae (Gastropoda, Stromboidea) from Chile: their significance to biogeography of

faunas and climate of the south-east Pacific. *Journal of Paleontology* **79**: 1120-1130.

**Osorio, R. 1978.** Ostracoda from the Navidad Formation (Miocene), Chile. *Journal of the Faculty of Sciences, Hokkaido University*, **IV** (18), Nos. 1-2: 57-84.

**Philippi, Rodolfo Amando, 1887.** Los fósiles terciarios y cuaternarios de Chile. *F.A. de Brockhaus. Leipzig, 1887. Publicada por orden del Gobierno de Chile.*

**Sowerby, G.B. 1846.** Descriptions of Tertiary fossil shells from South America. *In Geological observations on South America. Being the third part the geology of the voyage of the Beagle, under command of Capt. Fitzroy, R.N. during the years 1832 to 1836 (Darwin, C.; editor). Smith, Elder and Co.: 249-264. London.*

**Stuardo, J.; Villarroel, M. 1975.** On some living and fossil volutes referred to *Miomelon* Dall, 1907 and *Proscaphella* von Ihering, 1907. *The Veliger* **17**: 139-155.

**Suárez, M.; Encinas, A.; Ward, D. 2006.** Early Miocene Elasmobranch Fauna from the Navidad Formation, Central Chile, South America. *Cainozoic Research* **4** (1-2): 3-18.

**Tavera, J. 1968.** Estudio de la formación Navidad en el Provincia de Santiago con referencia especial a las localidades tipos de Navidad, Matanza, Boca Rapel y Topocalma. *Sociedad Geológica de Chile, Resúmenes*: 59-60.

**Tavera, J. 1979.** Estratigrafía y paleontología de la Formación Navidad, Provincia de Colchagua, Chile (Lat. 30°50'-34°S). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, **36**: 176 p. Chile.

**Troncoso, A. 1991.** Paleomegaflores de la Formación Navidad, Miembro Navidad (Mioceno), en el área de Matanzas, Chile central occidental. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, **42**: 131-168. Chile

**Troncoso, A.; Encinas, A. 2006.** La taflores de cerro Centinela (Chile, VI Región): vegetación y clima de Chile central a fines del Mioceno-comienzos del Plioceno. *Ameghiniana* **43** (1): 171-178.

**Troncoso, A.; Romero, E.J. 1993.** Consideraciones acerca de las Coníferas del Mioceno de Chile central occidental. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, **44**: 47-71. Chile

**Wall, R.; Gana, P.; Gutiérrez, A. 1996.** Mapa geológico del área de

San Antonio-Melipilla. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Mapas Geológicos, 2: 19 p.* Santiago.