

**FAUNA DE VERTEBRADOS Y ASPECTOS TAFONÓMICOS
DEL 'BONEBED' (MIOCENO TARDÍO) DE LA FORMACIÓN BAHÍA INGLESA**

Carolina S. Gutstein^{1,2}; Roberto E. Yury-Yañez³; Sergio Soto-Acuña³;
Mario E. Suárez²; David Rubilar-Rogers⁴

¹Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile,
sgcarolina@gmail.com.

²Museo Paleontológico de Caldera, Municipalidad de Caldera, Región de Atacama.

³Laboratorio de Zoología de Vertebrados, Departamento de Ciencias Ecológicas, Facultad de
Ciencias, Universidad de Chile.

⁴Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural, Casilla 787, Santiago

Los vertebrados fósiles de la Formación Bahía Inglesa conforman un conjunto rico y diverso de animales marinos que habitaron la costa de la Región de Atacama durante el Mioceno Medio-Plioceno Tardío (Achurra, 2004). Esta fauna está compuesta por elasmobranchios, osteícteos (peces óseos), crocodilomorfos, aves, mamíferos acuáticos y semiacuáticos, los que provienen de diferentes sitios ('Las arenas', 'El morro' y 'Mina fosforita') y niveles estratigráficos. A pesar de la intensa explotación minera y por parte de comerciantes ilegales, en la 'Mina fosforita' tiene lugar la mejor exposición de los niveles con dicho mineral, denominados en conjunto como 'bonebed' por la alta concentración de huesos de vertebrados (77% del total de la formación; Walsh y Suárez, 2005).

Walsh y Hume (2001, enmendado por Walsh y Suárez, 2005), describieron en forma general la estratigrafía de esta formación y propusieron 3 miembros, de más antiguo a más joven: Morro (unidad 1), 'Bonebed' (unidad 2) y Lechero (unidad 3). Marquardt (1999), Marquardt *et al.* (2000) y Achurra (2004) realizaron las más completas revisiones tectónicas y estratigráficas. Dataciones absolutas (K/Ar) de $7,6 \pm 1,3$ Ma fueron obtenidas en niveles de cinerita (que yacen por sobre las capas de fosforita) de $6,4 \pm 1,1$ Ma, en gravas que engranan con ésta (Marquardt, 1999; Godoy *et al.*, 2003). Achurra (2004) identificó 9 unidades estratigráficas correspondientes a tres secuencias transgresivo-regresivas en la Formación Bahía Inglesa. Sin embargo, el mismo autor consideró que la capa de cinerita datada fue retrabajada y obtuvo una edad relativa (isótopos de Sr) de 6,8 Ma en la parte alta de su unidad 5, que comprende estratos presentes en los sitios 'el Morro' y 'Mina fosforita'. En ambos casos, las capas fosfáticas ('bonebed') estarían situadas en el Tortoniano-Mesiniano (Mioceno Tardío), lo que concuerda en parte con la fauna de vertebrados observada (Tabla 1; Walsh y Suárez 2005).

Walsh y Martill (2006) y Gutstein (2006) han hecho los primeros aportes en la interpretación tafonómica de esta unidad, llegando a la conclusión de que el 'bonebed' es una capa retrabajada de fósiles. Sin embargo, ambas aproximaciones utilizaron marcos geológicos diferentes: el de Walsh y Hume (2001) y Achurra (2004), respectivamente. Walsh y Hume (2001) sugirieron un ambiente con fuerte acción de olas en una zona rocosa que podría haber estado parcialmente emergida durante su formación, comparando la paleobahía con la actual, describiéndola como somera y parcialmente encerrada. Además, sugirieron la presencia de islas de basamento mesozoico utilizadas como hábitat por las aves marinas, sobre la base de la abundancia de huesos fósiles de pingüinos.

La génesis de las rocas fosfáticas fue ampliamente estudiada por Garrison (1992), quien las clasificó en los tipos F, P y D de acuerdo a su origen y proceso diagenético. Diversos factores influyen en la formación de este tipo de depósitos, tales como corrientes y gran cantidad de restos óseos que contengan fosfato (Garrison, 1992). fosfatos P y D fueron reconocidos por Achurra (2004) en el 'bonebed' de la Formación Bahía Inglesa. En ambos tipos, el fosfato constituye nódulos formados bajo alta presión, es decir, a grandes

I SIMPOSIO - PALEONTOLOGÍA EN CHILE - 2008

profundidades (Garrison, 1992). Estas rocas fosfatadas pertenecerían a la Unidad 5 de la secuencia transgresivo-regresiva II reconocida por Achurra (2004) y caracterizada por un período regresivo, equivalente a la unidad 2 ('bonebed') de Walsh y Hume (2001).

Ese trabajo se enfoca en la caracterización de la fauna del 'bonebed', la que ha sido mejor estudiada y que hasta el momento presenta la mayor diversidad de taxones de vertebrados y riqueza de especímenes. También se evalúan aspectos tafonómicos con el fin de establecer si se trata (o no) de un 'ensamble' de fauna contemporánea. Los datos tafonómicos se basan en observaciones en los sitios 'Mina Fosforita', 'el Morro' y Rocas Negras, efectuadas entre los años 2005 y 2008.

Características tafonómicas de los materiales fósiles

La presencia de individuos adultos y juveniles de *Brachydelphis mazeasi* Muizon (Pontoporiidae) en el 'bonebed' podría dar sustento a una explicación catastrofista (e.g., mortalidad masiva). Sin embargo, en las tanatocenosis actuales de especies tales como *Pontoporia blainvillei* (Gervais y D'Orbigny) se aprecia una acumulación de restos con una composición etaria similar (C. Gutstein, obs. pers.). Además, en el 'bonebed' hay un notable predominio de fósiles fracturados (ningún cráneo completo fue observado). Este dato, así como la 'buena' preservación de la mayor parte de las piezas o esqueletos (e.g., presencia de detalles anatómicos tales como suturas y forámenes), a excepción de los casos de extrema adherencia del fósil con la matriz fosfática, hacen necesario plantear otras posibles causas para la génesis de este depósito. Además, las fracturas observadas en los huesos provenientes del 'bonebed' son rectas y no astilladas, lo que caracteriza a un material previamente mineralizado (e.g., Holz, 2002).

Observaciones preliminares muestran heterogeneidad en la selección de clastos en distintos afloramientos de la unidad analizada. En el sector de Rocas Negras, cercanos a rocas del basamento mesozoico, se encuentran mayoritariamente escamas de peces pequeñas y fragmentos de troncos vegetales livianos y de tamaño no superior a 10 cm. Por otro lado, una gran concentración de huesos de ballenas (de más de 1m) fue observada en el borde de los primeros acantilados en el sector del Morro, también cercanos a rocas del basamento. Además, en este sitio se encuentran esqueletos asociados de ballenas.

Ambientes de depositación y fosfogénesis

El 'bonebed' está depositado en la base de la unidad 5 (fin del Tortoniano e inicio del Zancleano; Achurra, 2004), marcado por una regresión (posterior al MFS 2, Tortoniano), y evidencia la somerización de la cuenca por aporte de sedimento durante el LST 3 (mínimo regresivo 3), que se extiende desde el Mesiniano hasta el Zancleano (Plioceno Temprano). Los conglomerados fosfatados corresponden a facies de plataforma de esta unidad. Según Garrison (1992), las fluctuaciones entre los niveles alto y bajo del mar permiten alternancias entre tiempos de fosfogénesis: en las fases de nivel alto se acrecienta la depositación de materia orgánica, mientras que durante las fases de nivel bajo ocurre retrabajo y concentración de fosfatos que dan origen a rocas fosfatadas de tipo P por corrientes. Además, las rocas fosfatadas de tipo D (hardground) también se pueden formar en otros tipos de depósitos retrabajados. Muchas veces esto ocurre después de períodos largos sin depositación, y para su formación se requiere ambientes de depositación de plataforma a talud, con aportes de corrientes surgentes durante períodos de transgresión marcados (Marquardt, 1999; Garrison, 1992).

Esquema tafonómico preliminar para la génesis del 'bonebed'

Tomando en cuenta lo expuesto, se propone que la concentración de fósiles de vertebrados de la fosforita, o 'bonebed', se debe al retrabajo del material previamente

I SIMPOSIO - PALEONTOLOGÍA EN CHILE - 2008

Tabla 1. Listado sintético de la fauna encontrada en el 'bonebed' de la Formación Bahía Inglesa. Los taxones no publicados están identificados mediante el número de colección. MPC- Museo Paleontológico de Caldera, SGO-PV- Área de Paleontología, Museo Nacional de Historia Natural.

Taxones	Autor ó N° Col.	Taxones	Autor ó N° Col.
'Pisces'			
<i>Hexanchus griseus</i>	Long, 1993	<i>Diomedea</i> sp.	Chávez, 2007a
<i>Echinorhinus</i> sp.	Obs. pers. (MES)	Cf. <i>Spheniscus</i>	Walsh y Hume, 2001
<i>Pristiophorus</i> sp.		<i>Pigосcelis grandis</i>	Walsh y Suárez, 2006
<i>Squatina</i> sp.		<i>Pygoscelis calderensis</i>	Acosta Hospitaleche <i>et al.</i> 2006
<i>Heterodontus</i> sp.		<i>Spheniscus megaramphus</i>	Chávez, 2007b
<i>Odontaspis ferox</i>		<i>Spheniscus urbinai</i>	Chávez, 2007a
<i>Megachasma</i> sp.		Spheniscidae aff. <i>Parapterodytes</i> *	
<i>Isurus paucus</i>		<i>Spheniscus</i> sp.*	
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Long, 1993	<i>Palaeospheniscus</i> sp.*	Acosta-Hospitaleche y Canto, 2005
<i>Cosmopolitodus hastalis</i>	Long, 1993; Suárez y Marquardt, 2003	<i>P. biloculata</i> *	Acosta Hospitaleche <i>et al.</i> , 2005
<i>Charcharodon carcharias</i>		<i>Palaeospheniscinae</i> indet.*	
<i>Charcharocles megalodon</i>		<i>Parapterodytes robustus</i> *	
<i>Paratodus</i> sp.		<i>P. antarcticus</i> *	
<i>Cethorhinus</i> sp.	Long, 1993; obs. pers.(MES)	<i>Parapterodytes</i> sp.*	Acosta Hospitaleche <i>et al.</i> , 2005; Chávez <i>et al.</i> , 2007
<i>Carcharhinus brachyurus</i>	Obs. pers. (MES)	Parapterodytinae*	
<i>Carcharhinus obscurus</i>			
<i>Galeocerdo aduncus</i>	Long, 1993; obs. pers.(MES)	Pelagornithidae indet.	Chávez <i>et al.</i> , 2007
<i>Galeorhinus</i> sp.			
<i>Sphyrna zigaena</i>	Obs. pers. (MES)	<i>Pelagornis</i> sp.	Walsh y Hume, 2001
<i>Dasyatis</i> sp.		Pelagornithidae cf. <i>Pelagornis</i>	
<i>Raja</i> sp.		<i>Phalacrocorax</i> sp.	
<i>Aetobatus</i> sp.		<i>Sula</i> sp.	
<i>Myliobatis</i> sp.		Mammalia	
<i>Aetomylaeus</i> sp.			
<i>Callorhynchus</i> sp.	Suárez y Marquardt, 2003	<i>Acrophoca</i> sp.	Walsh y Naish, 2002
<i>Makaira</i> sp.	Obs. pers. (MES)	<i>Piscophoca</i> aff. <i>pacifica</i>	MPC 0003, 3034, SGO PV
Labridae indet.	Suárez y Marquardt, 2003	cf. <i>Pliopontos littoralis</i>	
<i>Thunnus</i> sp.	Long, 1993	cf. <i>Pontistes</i>	MPC 3052
Serranidae		<i>Brachydelphis mazeasi</i>	Gutstein <i>et al.</i> , en prensa
Reptilia		cf. <i>Brachydelphis</i> n. forma	
Crocodyliformes	Walsh y Suárez, 2005	Phocoenidae indet.	MPC 0004
Aves		cf. <i>Scaldicetus</i>	MPC 0008-20, 0057-60, 0070-78, 0214, 0215
<i>Pachyptila</i> sp.	Sallaberry <i>et al.</i> , 2007	Ziphiidae	MPC 227
Puffinnini aff. <i>Calonectris</i>	Yury-Yáñez <i>et al.</i> , 2008	Mysticeti indet.	MPC 001, 3012, 3014-3033
<i>Thalassarche</i> sp.	Walsh y Hume, 2001	<i>Thalasochnus</i>	MPC 0152, 0153

I SIMPOSIO - PALEONTOLOGÍA EN CHILE - 2008

depositado y 'pre-mineralizado'. Esta interpretación es concordante con las fluctuaciones del nivel del mar conocidas en la cuenca de Caldera, sobretodo en el rango temporal de la secuencia T-R II de Achurra (2004), así como con el ciclo de fosfogénesis de Garrison (1992). Además, el retrabajo de los fósiles podría explicar su abundancia y diversidad, las que en ese caso serían creadas tafonómicamente, sin corresponder a una tanatocenosís o biocenosis, lo que descarta la posibilidad de mortalidad en masa. De esta manera, los fósiles habrían sido reexhumados del depósito original y redepositados en una misma capa (el "bonebed").

Esta interpretación implicaría que la edad de depositación final en el 'bonebed' es diferente a la del enterramiento primario, ampliando los factores a tener en cuenta para efectuar interpretaciones paleoambientales. El enterramiento y mineralización iniciales de los restos del 'bonebed', y por ende la muerte de los organismos, tendrían una edad mínima tortoniana media, correspondiendo a la fase de MFS de la secuencia II. Esta interpretación concuerda con la edad obtenida a partir de la fauna así como las dataciones de Sr-Sr que dan una edad mínima de 6,8 Ma para la secuencia correspondiente al 'bonebed'.

Por otro lado, el alto grado de retrabajo observado podría indicar una mezcla temporal ('time-averaging') en la tafocenosis, aunque hasta la fecha no se han observado diferencias en los atributos de fosilización entre los restos asociados (e.g., color; a excepción de la meteorización actual). Tampoco se puede precisar si hubo transporte y en que magnitud, necesitándose más estudios en terreno en los diferentes niveles y afloramientos de la formación para contestar tales preguntas.

Fauna de vertebrados de la Formación Bahía Inglesa

Se presenta un listado completo de taxones (Tabla 1) ya reconocidos y algunos registros nuevos. Se han identificado 30 especies de 'peces', siendo apenas un registro a nivel de familia (Labridae indet.). Se destaca la presencia de *C. carcharias*, anteriormente considerado indicador cronoestratigráfico del Plioceno (revisión en Suárez y Marquardt, 2003). De los 35 taxones de tetrápodos identificados, 22 corresponden a aves, 11 a mamíferos y 2 a reptiles. Dentro de los mamíferos, cabe resaltar la mayor diversidad (en un mismo yacimiento) para la Familia Pontoporiidae. En el caso de las aves, se debe considerar que los registros de *Palaeospheniscus* y *Parapterodytes* (Acosta-Hospitaleche *et al.*, 2005) han sido recientemente puestos en duda y reasignados a *Spheniscus* (Soto-Acuña *et al.*, este volumen), de manera que el número de especies de este grupo puede verse reducido en el futuro (de 8 a 3 taxones). Además de la diversidad, el 'bonebed' también se caracteriza por la cantidad de especímenes de un mismo taxón (tan escasos en el registro fósil de vertebrados), lo que permite realizar estudios de variación (Gutstein *et al.*, en preparación), importantes para evitar las clasificaciones tipológicas (no naturales).

Discusión

La fauna de vertebrados fue estimada en 70 especies (Walsh y Suárez, 2005), considerando taxones no descritos pero que por algún criterio (e.g., tamaño) se diferenciaban de otros especímenes. Aplicando un criterio más conservador, y considerando los especímenes ya asignados o referidos a algún grupo taxonómico, el presente listado menciona un total de 67 taxones (o 62, considerando las observaciones de Soto-Acuña *et al.*, este volumen), lo que se acerca bastante a la estimación anterior.

En el 'bonebed' no se ha podido evaluar la distribución horizontal de los materiales, debido a que hay pocos niveles con una exposición continua. Su origen se interpreta aquí como consecuencia de una re-depositación, sin implicar necesariamente transporte o mezcla temporal.

I SIMPOSIO - PALEONTOLOGÍA EN CHILE - 2008

Sobre la base del esquema tafonómico aquí propuesto, la interpretación paleoambiental de Walsh y Hume (2001) debe ser tomada con cautela, ya que claramente los depósitos fosfáticos no corresponden a ambientes someros o incluso emergidos, como propusieron dichos autores. Sin embargo, la posible presencia de islas no es descartada en el esquema aquí presentado, aunque no se puede afirmar que el ensamble observado en el 'bonebed' corresponda a una biocenosis contemporánea. Aunque Walsh y Martill (2006) también mencionaron un retrabajo en el 'bonebed', lo atribuyeron a un terremoto de grandes proporciones que estaría evidenciado por la presencia de grandes bloques rodados del basamento mesozoico depositados en dicha unidad, lo que además concuerda con la actividad de las fallas colindantes al morro Copiapó (Achurra, 2004; Marquardt *et al.*, 2004).

Walsh y Martill (2006) descartaron algún posible retrabajo por aumento de energía debido a la somerización de la cuenca, ya que no reconocieron superficies de erosión en los demás depósitos. Sin embargo, Achurra (2004) describió como 'erosivo' el límite entre sus unidades 4 y 5, y evidenció que todo el depósito de la unidad 5 (donde se encuentra el 'bonebed') fue generado por la somerización de la cuenca, sobre la base de datos sedimentológicos obtenidos en diversos afloramientos, en especial en la zona de 'El Morro' y más al Sur.

Walsh y Martill (2006) también mencionaron que el depósito aquí analizado era heterogéneo, siendo los grandes huesos (*e.g.*, de ballena) más abundantes en sitios cercanos a las rocas del basamento (gabro), y que la génesis del 'bonebed' estaría ampliamente relacionada con su ubicación entre los principales cuerpos del basamento mencionado. Sin embargo, esta selección de clastos no es generalizada, ya que en afloramientos cercanos y con características de paleorrelieve semejantes presentan tendencias contrarias.

El ciclo de la fosfogénesis de Garrisson (1992) está basado en perforaciones realizadas en la costa de Perú y de Alta California, de manera que es probable que los sedimentos de la Formación Monte Rey (USA; Mesiniano-Tortoniano), las capas fosfáticas aisladas de la Formación Pisco (Perú; hardground de aproximadamente 10 Ma; DeVries, 1998) y el 'bonebed' de la Formación Bahía Inglesa, sean cercanamente contemporáneos. Esta conclusión parece razonable, considerando que, según el mismo autor, la génesis de las rocas fosfáticas estaría ligada a fluctuaciones de nivel eustático globales. Más estudios son necesarios para precisarlo, pero las capas fosfáticas podrían ser una herramienta adicional de correlación entre las formaciones antes mencionadas, convirtiéndose en capas guías. Esto es importante pues hay gran dificultad para correlacionar estas áreas con invertebrados debido a la falta de estudios en moluscos en el norte del país, la que se incrementaría por las barreras climáticas que han sido propuestas para el Neógeno (aguas tibias en Perú y frías en Chile; DeVries y Frassinetti, 2003). Sin embargo, tales barreras no han sido corroboradas por la distribución de taxones de vertebrados presentes en ambas formaciones.

La fauna del 'bonebed' es similar a la registrada en niveles miocenos de la Formación Pisco (Suárez *et al.*, 2005), e incluye un significativo componente de pinnípedos (*e.g.*, *Acrophoca*) y cetáceos: *Pliopontos littoralis* (Plioceno inferior, Formación Pisco), *Brachydelphis mazeasi* (Mioceno Medio, Formación Pisco) y *Pontistes rectifrons* (Mioceno Tardío, Formación Ituzaingó, Argentina). Los registros del 'bonebed' amplían el rango cronoestratigráfico y paleobiogeográfico al menos de las dos especies mencionadas, haciendo más compleja la historia evolutiva de la familia. Sin embargo, los 'niveles de vertebrados' descritos para la Formación Pisco (Muizon y DeVries, 1985) no tienen su correspondencia en los estratos de la Formación Bahía Inglesa, que presenta retrabajo pero no con niveles pliocenos.

I SIMPOSIO - PALEONTOLOGÍA EN CHILE - 2008

Tanto en el caso de los pontopóridos como en los taxones de tiburones (*C. carcharias* y *C. hastalis*) su uso como indicador cronoestratigráfico parece no ser conveniente, ya que si bien se los ha propuesto como guías del Mioceno Tardío y Plioceno en la Formación Pisco (*sensu* Muizon y Devries, 1985), también se encuentran en el 'bonebed' (Mioceno Tardío; Suárez y Marquardt, 2003; Walsh y Suárez, 2005).

Algunos taxones podrían indicar temperaturas más cálidas, tales como *Makaira*, lo que es concordante con los registros de foraminíferos (Marchant *et al.*, 2000) y de vertebrados (*e.g.*, Dugongidae; Bianucci *et al.*, 2006), presentes en otros niveles de la Formación Bahía Inglesa. En cuanto a las aves, casi todos los registros presentados son compartidos con la Formación Pisco, con la excepción de *Pygoscelis* (pingüinos antárticos) y *Thalassarche* (albatros del Hemisferio Sur). La fauna está dominada por pingüinos y procelariiformes (pelágicos) y Sulidae (insulares), con apenas un espécimen de *Phalacrocorax* (costero) y ausencia hasta el momento de Charadriiformes (costero), lo que es concordante con el ambiente de plataforma definido por Achurra (2004).

El registro de los taxones de vertebrados presentes en la Formación Bahía Inglesa aún dista mucho de ser completo, considerando la gran cantidad de materiales referidos a grupos taxonómicos muy generales (Tabla 1) y la abundancia de especímenes sin identificaciones apropiadas en las colecciones disponibles.

Agradecimientos

Uno de los autores (C.S.G.) es becaria CONICYT. Alfonso Rubilar R. (SERNAGEOMIN) revisó el borrador de este trabajo.

Referencias

- Achurra, L. 2004. Cambios del nivel del mar y evolución tectónica de la cuenca neógena de Caldera, III región. Tesis de magíster (Inédito), Departamento de Geología, Universidad de Chile: 138 p.
- Acosta-Hospitaleche, C.; Canto, J. 2005. Primer registro de cráneos asignados a *Palaeospheniscus* (Aves, Spheniscidae) procedentes de la Formación Bahía Inglesa (Mioceno medio-tardío), Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 78 (3): 489-495.
- Acosta Hospitaleche, C.; Tambussi, C.; Canto, J. 2005. Pingüinos (Aves, Sphenisciformes) fósiles de la colección del Museo Nacional de Historia Natural de Santiago, Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* (54): 141-151.
- Acosta Hospitaleche, C.; Chávez, M.; Fritis, O. 2006. Pingüinos fósiles (*Pygoscelis calderensis* sp. nov.) en la Formación Bahía Inglesa (Mioceno medio-Plioceno), Chile. *Revista Geológica de Chile* 33 (2): 327-338.
- Bianucci, G.; Sorbia, S.; Suárez, M. E.; Landini, W. 2006. The southernmost sirenian record in the eastern Pacific ocean, from the Late Miocene of Chile. *Comptes Rendus Paleovol* 5: 945-952.
- Chávez, M.; Stucchi, M.; Urbina, M. 2007. El registro de Pelagornithidae (Aves: Pelecaniformes) y la avifauna neógena del Pacífico sudeste. *Bulletin de l'institut français d'études andines* 36 (2): 175-197.
- Chávez, M. 2007a. Fossil birds from Chile and the Antarctic Peninsula. *Arquivos do Museo Nacional, Rio de Janeiro* 65(4): 551-572.
- Chávez, M. 2007b. *Spheniscus megaramphus* Stucchi *et al.*, 2003 (Aves, Sphenisciformes) en la Formación Bahía Inglesa, Chile. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú* 102: 101-107.
- DeVries, T. J. 1998. Oligocene deposition and cenozoic sequence boundaries in the Pisco basin (Peru). *Journal of South American Earth Sciences* 11(3): 217-231.
- DeVries, T. J.; Frassinetti, D. 2003. Range extensions and biogeographic implications of chilean neogene mollusks found in Peru. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural (Chile)* 52:141-157.
- Garrison, R. E. 1992. Neogene phosphogenesis allong the eastern margin of the Pacific Ocean. *Revista Geológica de Chile* 19(1): 91-111.

I SIMPOSIO - PALEONTOLOGÍA EN CHILE - 2008

- Godoy, E.; Marquardt, C.; Blanco, N. 2003. Geología de la carta Caldera, región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Básica (1) mapa escala 1:100.000, Santiago.
- Gutstein, C. S. 2006. *Brachydelphis* (Pontoporiidae, Odontoceti, Cetacea) do neógeno do Pacífico sul oriental. Tesis de magister con publicación asociada sometida (Inédito), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, Brasil: 85 p.
- Holz, M.; Simões, M. G. 2002. Elementos fundamentais de tafonomia. Ufrgs-editora da universidade. Porto Alegre. 231p.
- Long, D. J. 1993. Late Miocene and early Pliocene fish assemblages from the north central coast of Chile. *Tertiary Research* 14(3): 117-126.
- Marchant, M.; Marquardt, C.; Blanco, N.; Godoy, E. 2000. Foraminíferos del área de Caldera (26° 45'-28°s) y su utilización como indicadores cronoestratigráficos del Neógeno *In* Congreso Geológico Chileno, No. 9, Actas 2: 499-503. Puerto Varas.
- Marquardt, C. 1999. Neotectónica de la franja costera y aportes a la geología regional entre Caldera y Caleta Pajonal (27°00'-27°45's), III región de Atacama. Tesis de Magister en Ciencias. Universidad de Chile (Inédito), Departamento de Geología: 297 p.
- Marquardt, C.; Blanco, N.; Godoy, E.; Lavenue, A.; Ortlieb, L.; Marchant, M.; Guzmán, N. 2000. Estratigrafía del Cenozoico superior en el área de Caldera (26°45'-28°s). *In* Congreso Geológico Chileno, No. 9, Actas 2: 504-508. Puerto Varas.
- Marquardt, C.; Lavenue, A.; Ortlieb, L.; Godoy, E.; Comte, D. 2004. Coastal neotectonics in the southern central Andes: uplift and deformation of marine terraces in northern Chile. *Tectonophysics* 394: 193-219.
- Muizon, C. de.; DeVries, T. J. 1985. Geology and paleontology of late cenozoic marine deposits in the Sacaco area (Peru). *Geologische Rundschau* 74(3): 547-563.
- Sallaberry, M.; Rubilar-Rogers, D.; Suárez, M. E.; Gutstein, C. S. 2007. The skull of a fossil Prion (Aves:Procellariiformes) from the Neogene (Late Miocene) of northern Chile. *Revista Geológica de Chile* 34 (1): 147-154.
- Soto-Acuña, S.; Yury-Yáñez, R.E.; Otero, R.A.; Rubilar-Rogers, D. (Este volumen). Rectificación de los materiales de Spheniscidae de la colección del Museo Nacional de Historia Natural. Simposio - Paleontología en Chile, No. 1, Libro de Actas: 122-127. Santiago.
- Suárez, M. E.; Marquardt, C. 2003. Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranquios del mesozoico y cenozoico de Chile: su valor como indicadores cronoestratigráficos. *In* Congreso Geológico Chileno, No. 10, CD-ROM. Concepción.
- Walsh, S.; Hume, J. 2001. A new neogene marine avian assemblage from north-central Chile. *Journal of Vertebrate Paleontology* 21: 484-491.
- Walsh, S.A.; Naish, D. 2002. Fossil seals from late neogene deposits in South America: a new pinniped (carnivora, mammalia) assemblage from Chile. *Palaeontology* 45 (4): 821-842.
- Walsh, S.A.; Suárez, M. E. 2005. First post-mesozoic record of crocodyliformes from Chile. *Acta Palaeontologica Polonica* 50 (3): 595-600.
- Walsh, S.A.; Suárez, M. E. 2006. New penguin remains from the pliocene of northern Chile. *Historical Biology* 18(2): 115-126.
- Walsh, S.A.; Martill, D. M. 2006. A possible earthquake-triggered mega-boulder slide in a Chilean mio-pliocene marine sequence: evidence for rapid uplift and bonebed genesis. *Journal of the Geological Society of London* 163: 697-705.
- Yury-Yáñez, R.; Rubilar-Rogers, D. E.; Sallaberry, M.; Soto-Acuña, S.; Suárez, M. E. 2008. El cráneo de un Puffinini (Aves, Procellariidae) del Mioceno de la Formación Bahía Inglesa, Desierto de Atacama. *Boletín Chileno de Ornitología* 14 (número extraordinario): 14.