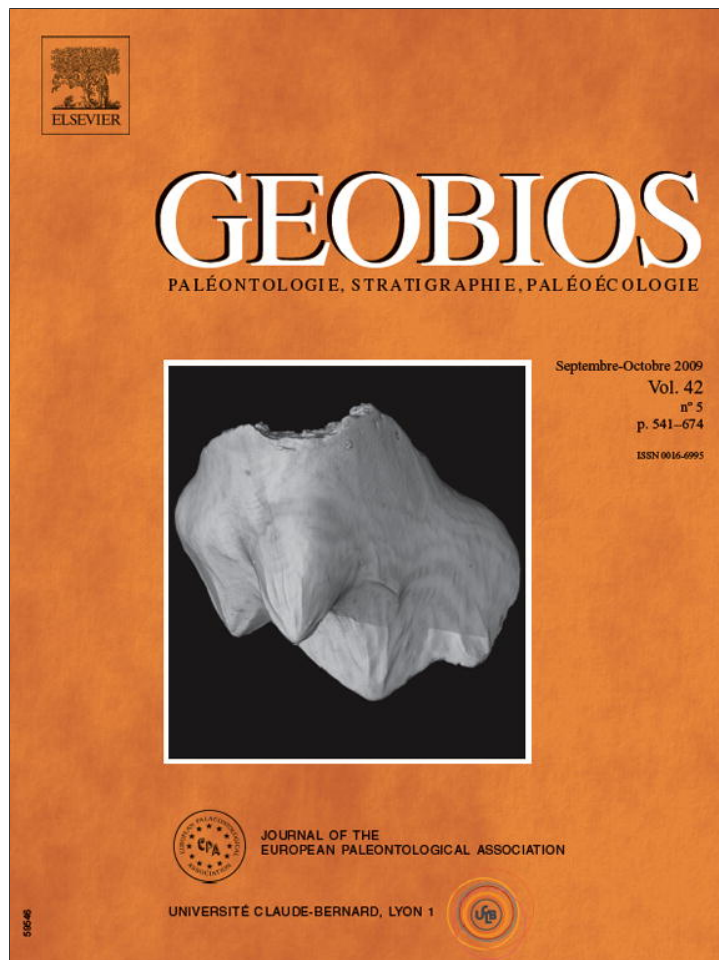


Provided for non-commercial research and education use.
Not for reproduction, distribution or commercial use.



This article appeared in a journal published by Elsevier. The attached copy is furnished to the author for internal non-commercial research and education use, including for instruction at the authors institution and sharing with colleagues.


Other uses, including reproduction and distribution, or selling or licensing copies, or posting to personal, institutional or third party websites are prohibited.

In most cases authors are permitted to post their version of the article (e.g. in Word or Tex form) to their personal website or institutional repository. Authors requiring further information regarding Elsevier's archiving and manuscript policies are encouraged to visit:

<http://www.elsevier.com/copyright>



ELSEVIER

Disponible en ligne sur
 ScienceDirect
 www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

 www.em-consulte.com

GEOBIOS

Geobios 42 (2009) 553–560

Original article

Dientes de Theropoda (Dinosauria: Saurischia) de la Formación Bajo Barreal, Cretácico Superior, Provincia del Chubut, Argentina[☆]

Theropod teeth (Dinosauria: Saurischia) from the Bajo Barreal Formation, Upper Cretaceous, Chubut Province, Argentina

Dents de théropodes (Dinosauria : Saurischia) de la Formation de Bajo Barreal (Crétacé supérieur) de la Province de Chubut (Argentine)

Gabriel Casal^a, Carlos Roberto A. Candeiro^{b,*}, Rubén Martínez^a,
 Edmundo Ivany^a, Lucio Ibiricu^c

^aLaboratorio de Paleovertebrados, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, km 4 (9009) Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

^bLaboratório de Geologia, Núcleo de Análises Ambientais em Geociências, Curso de Geografia, Faculdade de Ciências Integradas do Pontal, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Avenida José João Dib, 2545, Bairro: Progresso, Ituiutaba, CEP: 38300-132, Brasil

^cBioscience and Biotechnology, Drexel University, 32nd and Chestnut streets, Philadelphia, PA 19104, USA

Received 11 July 2007; accepted 11 March 2009

Available online 12 June 2009

Resumen

Se da a conocer una serie de dientes de terópodos provenientes de la Formación Bajo Barreal (Cretácico Superior: Cenomaniano–Turoniano) del yacimiento de la estancia Ocho Hermanos, Provincia del Chubut. La mayoría de ellos presentan caracteres que permiten asignarlos a Abelisauroida cuya presencia esta corroborada a partir de los restos postcraneales de *Xenotarsosaurus bonapartei* y de un maxilar izquierdo asignado a Abelisauridae. Se destaca la presencia de dientes de Dromaeosauridae y Carcharodontosauridae, lo que constituye el primer registro fehaciente de ambos taxa en la Formación Bajo Barreal. Se documenta que durante el Cenomaniano–Turoniano en Patagonia central convivieron terópodos Abelisauroida, Dromaeosauridae y Carcharodontosauridae, junto a otros terópodos no avianos como *Aniksosaurus darwini* y *Megaraptor* sp.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Palabras clave : Dinosaurios; Theropoda; Dientes; Cretácico Superior; Patagonia

Abstract

Theropod teeth from the Bajo Barreal Formation (Upper Cretaceous: Cenomanian–Turonian) at the “estancia Ocho Hermanos”, Chubut Province are described. Most of them show features of Abelisauroida, a clade already represented in the Bajo Barreal Formation by *Xenotarsosaurus bonapartei* and other isolated remains including a left maxilla. Dromaeosauridae and Carcharodontosauridae represent the first record of these taxa for the Bajo Barreal Formation. Besides this, at least three theropod clades (Abelisauroida, Carcharodontosauridae, and Dromaeosauridae) coexisted in central Patagonia during the Cenomanian–Turonian along with other theropods as *Aniksosaurus darwini* and *Megaraptor* sp.

© 2009 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Dinosaurs; Theropoda; Teeth; Upper Cretaceous; Patagonia

Résumé

Des affleurements d'âge Cénomaniens–Turonien de la Formation de Bajo Barreal de la carrière Ocho Hermanos dans la province de Chubut ont livré des dents de théropodes. La plupart des dents présentent des caractéristiques d'abelisauroides, un clade déjà répertorié par la présence de

[☆] Editor correspondiente: Gilles Escarguel.

* Autor correspondiente.

Dirección correo electrónicos: candeiro@yahoo.com.br (C.R.A. Candeiro).

Xenotarsosaurus bonapartei et d'autres restes isolés, dont un maxillaire gauche. Les dents de dromaeosauridés et de carcharodontosauridés constituent la première occurrence de ces taxons dans la Formation de Bajo Barreal. Des théropodes carcharodontosauridés, dromaeosauridés et abelisauroides coexistaient donc en Patagonie centrale pendant l'intervalle Cénomaniens–Turonien, à côté d'autres théropodes tels que *Aniksosaurus darwini* et *Megaraptor* sp.

© 2009 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Dinosaures ; Theropoda ; Dents ; Crétacé supérieur ; Patagonie

1. Introducción

En el sector sur de la provincia del Chubut, en el anticlinal Sierra San Bernardo, se ubica el yacimiento estancia Ocho Hermanos con buenos afloramientos del Grupo Chubut, especialmente de la Formación Bajo Barreal. La edad asignada a esta unidad litoestratigráfica ha variado según diversos autores: Senoniano (Bonaparte y Gasparini, 1979), Albiano-Cenomaniense (Archangelsky et al., 1994), Cenomaniense medio-Turoniano tardío (Gradstein et al., 1995, 1997; Bridge et al., 2000). En este trabajo seguimos la edad sugerida por Lamanna et al. (2002): Cenomaniense tardío-Turoniano temprano.

Numerosos restos de vertebrados fósiles provenientes de niveles de ésta formación, han sido colectados en diversas campañas del Laboratorio de Paleovertebrados de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco de Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut, dentro del marco de sucesivos proyectos de investigación. Entre los hallazgos realizados se destacan: un cráneo de titanosauriforme (Martínez, 1998a, Martínez et al., 2006), el ornitópodo basal *Notohypsilophodon comodorensis* (Martínez, 1998b), el titanosaurio *Epachthosaurus scittoi* (Martínez et al., 2004), el Abelisauroidea *Xenotarsosaurus bonapartei* (Martínez et al., 1986), un maxilar de Abelisauridae (Lamanna et al., 2002) y el celurosaurio *Aniksosaurus darwini* (Martínez y Novas, 2006). Además se registran numerosos restos aislados entre los que se encuentran dientes de dinosaurios terópodos y saurópodos.

2. Materiales y métodos

Los materiales utilizados en este trabajo corresponden a dientes de terópodos de la colección de vertebrados fósiles de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco de Comodoro Rivadavia, Provincia del Chubut. Su preparación se realizó por métodos mecánicos mediante un martillo neumático Air Scribe CP 9361 con punta de dos pulgadas y por inmersión en agua hasta la saturación del sedimento que contiene el fósil, para luego proceder a removerlo con aguja de disección. Para su descripción se utilizó una lupa binocular Hoken WF10x y para las mediciones un calibre digital vigesimal. Para este trabajo se seleccionaron los dientes de terópodos mejor preservados que permitieran una identificación más certera. La disposición de las carenas, el número de dentículos, la relación DSDI, la forma de la sección basal y la ornamentación en las superficies lingual y labial han sido los principales caracteres tenidos en cuenta

para la comparación e identificación de los dientes. La asignación de dientes a Abelisauroidea se basó en rasgos diagnósticos de este grupo como corona baja, es decir que la altura de la corona es casi equivalente a la compresión basal mesiodistal *sensu* FABL (Bonaparte, 1996; Lamanna et al., 2002; Candeiro, 2007) y la presencia de secciones transversales muy comprimidas labiolingualmente (Candeiro, 2007). La identificación de un diente de Carcharodontosauridae se fundamenta en la presencia de arrugas muy marcadas (Serenó et al., 1996; Veralli y Calvo, 2004) y los dientes de Dromaeosauridae por una menor compresión labiolingual y un fuerte recurvamiento en la porción distal (Currie et al., 1990).

Las medidas correspondientes a largos y anchos fueron tomadas como se explica en la Fig. 1.

2.1. Abreviaturas institucionales

UNPSJB-PV: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco-Paleontología de Vertebrados, Chubut, Argentina. UNCPv: Universidad Nacional del Comahue Paleontología de Vertebrados, Neuquén, Argentina. MMCHPV: Museo Municipal del Chocón Paleontología de Vertebrados, Neuquén, Argentina. MCF-PVPH: Museo Carmen Funes, Paleontología de Vertebrados, Plaza Huinca, Neuquén,

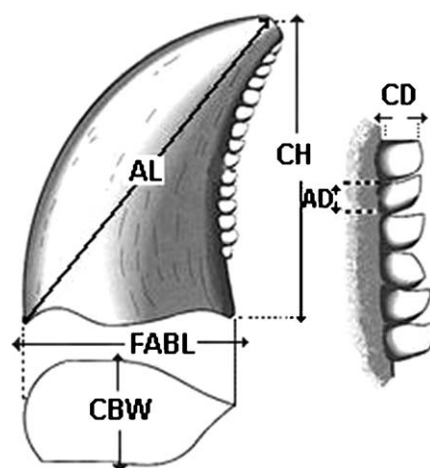


Fig. 1. Esquema indicando las medidas utilizadas en la descripción de los dientes (modificado de Sankey et al., 2002). FABL, ancho basal mesiodistal; CBW, ancho labiolingual; CH, altura de la corona; AL, altura apical; AD, altura del dentículo; CD, ancho del dentículo.

Measurements realised for tooth description (modified from Sankey et al., 2002). FABL, mesiodistal basal length; CBW, labiolingual width; CH, crown height; AL, apical length; AD, denticule height; CD, denticule length.



Fig. 2. Mapa de ubicación del yacimiento estancia Ocho Hermanos (tomado de Martínez et al., 1986; Lamanna et al., 2002).

Location map of the "estancia ocho hermanos" (from Martínez et al., 1986; Lamanna et al., 2002).

Argentina. SGM: Ministère de l'Énergie et des Mines, Rabat, Morocco.

2.2. Ubicación geográfica

La estancia Ocho Hermanos se ubica en Patagonia central, en el centro-sur de la provincia del Chubut y a unos 70 km al noroeste de la localidad de Sarmiento, Argentina, en el flanco oriental del anticlinal Sierra San Bernardo (coordenadas 45° 17' 37" S y 69° 35' 29" W; Fig. 2).

3. Geología

Esta localidad expone excelentes afloramientos del Grupo Chubut, especialmente de la Formación Bajo Barreal aunque relativamente reducidos en extensión areal. El espesor de esta unidad es de unos 245 m (Rodríguez, 1993) correspondiendo 142 m al Miembro Inferior y lo restante al Miembro Superior. La Formación Bajo Barreal suprayace a la Formación Castillo siendo la relación entre ambas de tipo transicional, e infrayace a la Formación Laguna Palacios con similar relación entre unidades. Dentro de la Formación Bajo Barreal se reconocen niveles que han brindado numerosos e importantes restos de tetrápodos, principalmente dinosaurios.

El Miembro Inferior está constituido por sedimentos pelíticos con escasas areniscas en la base, incrementándose hacia el tope del miembro donde la fracción clástica predomina sobre la fracción fina. Esto está evidenciado por la presencia de potentes bancos de areniscas gruesas que gradan a finas, de tonalidades gris verdoso con estructuras entrecruzadas producto del depósito de cursos fluviales con importante participación piroclástica. Este sector más alto del Miembro Inferior presenta una importante concentración de restos fósiles

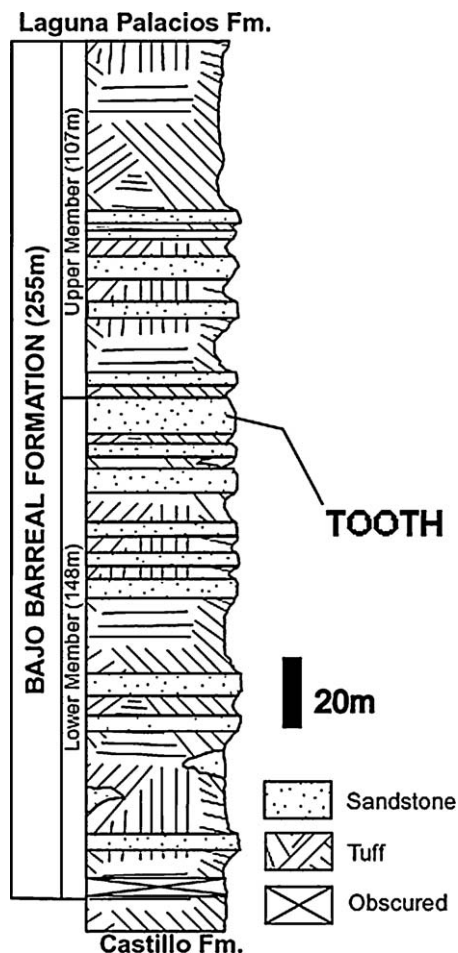


Fig. 3. Perfil estratigráfico del yacimiento estancia Ocho Hermanos (modificado de Martínez et al., 1986; Lamanna et al., 2002).

Stratigraphic profile of the "estancia ocho hermanos" (modified from Martínez et al., 1986; Lamanna et al., 2002).

de saurópodos y terópodos representados por huesos y dientes evidenciando un mayor potencial de preservación. El Miembro Superior está constituido por pelitas y fangolitas grises a castañas que predominan marcadamente sobre areniscas fluviales que conforman bancos lenticulares de escasa potencia. Se reconoce una importante participación piroclástica y escasos restos de vertebrados fósiles (Fig. 3).

4. Paleontología sistemática

SAURISCHIA Seeley, 1888
THEROPODA Marsh, 1881
CERATOSAURIA Marsh, 1884
ABELISAUROIDEA Bonaparte, 1991

Especímenes referidos: UNPSJB-PV 221, PV 224, PV 225, PV 226, PV 229, PV 230, PV 231, PV 232, PV 233, PV 981, PV 982, PV 983, PV 984, PV 985, PV 986 (Tabla 1; Fig. 4).

Descripción y comentarios: Se asignan a este taxón un grupo de dientes de corona baja que conforman más del 75% del total de dientes hallados hasta el momento en la localidad estudiada. En este sitio la presencia de los Abelisauroida

Tabla 1

Dientes asignados a Abelisauroida. **FABL**, ancho basal mesiodistal; **CBW**, ancho labiolingual (sensu Smith y Dalla Vecchia, 2006); **CH**, altura de la corona (sensu Smith y Dalla Vecchia, 2006); **AL**, longitud apical (sensu Smith y Dalla Vecchia, 2006); **DCM**, densidad de dentículos en la carena mesial cada 5 mm; **DCD**, densidad de dentículos en la carena distal cada 5 mm; **DSDI**, relación entre dentículos de la carena mesial vs. distal; **AD**, altura del dentículo (sensu Candei-ro, 2007); **CD**, ancho del dentículo (sensu Candei-ro, 2007); ?, no se pudo medir por estar dañado o erosionado. Todas las medidas están en milímetros (mm)

Teeth assigned to Abelisauroida. FABL, mesiodistal basal length; CBW, labiolingual width (sensu Smith and Dalla Vecchia, 2006); CH, crown height (sensu Smith and Dalla Vecchia, 2006); AL, apical length (sensu Smith and Dalla Vecchia, 2006); DCM, denticule density on the mesial crest each 5 mm; DCD, denticule density on the distal crest each 5 mm; DSDI, ratio of mesial vs. distal denticules; AD, denticule height (sensu Candei-ro, 2007); CD, denticule length (sensu Candei-ro, 2007); ?, no available measurement due to a damaged or eroded state. All measurements in millimetres (mm).

Registro UNPSJB	FABL	CBW	CH	AL	DCM	DCD	DSDI	AD	CD
PV 221	10.8	4.9	14.0	–	14	12	1.16	0.30	4.45
PV 981	9.1	4.6	13.4	15.1	16	14	1.14	0.40	0.50
PV 233	9.7	4.7	13.6	15.5	?	14	–	0.35	?
PV 231	11.9	6.3	22.2	23.5	14	12	1.16	0.35	0.45
PV 229	12.5	7.1	22.3	22.4	13	12	1.08	0.35	0.50
PV 232	10.8	4.4	14.4	17.3	13	12	1.08	0.40	0.50
PV 225	9.8	4.8	12.9	?	13	12	1.08	0.40	0.50
PV 224	12.2	6.2	14.5	?	?	13	–	0.35	?
PV 226	?	5.7	15.5	?	13	?	–	?	0.50
PV 230	15.7	7.3	25.5	27.6	13	12	1.08	0.40	0.50
PV 982	7.8	7.1	15.3	17.3	16	15	1.06	0.30	?
PV 983	6.6	3.3	11.7	12.5	18	20	0.9	0.20	?
PV 984	9.0	3.6	11.9	12.2	14	12	1.16	0.40	?
PV 985	7.6	4.0	11.3	12.1	16	?	–	?	0.40
PV 986	5.9	4.9	9.8	10.8	15	14	1.07	0.30	0.35

esta corroborada a partir de *Xenotarsosaurus bonapartei* (Martínez et al., 1986) y de un maxilar izquierdo asignado a Abelisauridae (Lamanna et al., 2002). En éstos dientes la carena mesial posee una densidad promedio de 14 a 16 dentículos cada 5 mm y de 12 a 14 en la carena distal. Los dentículos son de forma subcuadrangular proyectándose perpendicularmente respecto a la carena en la parte media y levemente hacia el ápice en la parte apical. Los surcos ubicados entre dentículos denominados surcos sanguíneos son pequeños aunque más marcados que en dientes correspondientes a Dromaeosauridae. También es frecuente la presencia de líneas correspondientes a finas fracturas longitudinales del esmalte sobre toda la corona y que convergen en el ápice. En vistas labial y lingual el borde mesial es curvo, mientras que el distal es recto (Fig. 4(A, D, G, J, M)) y con una marcada sinusidad en vista distal (Fig. 4(B, E, H, K, N)). En las superficies lingual y labial se observan pequeñas ondulaciones cóncavas a la base, limitadas al borde distal del diente y que no alcanzan el eje medio del mismo como se observa en el diente de Abelisauridae MMCHPV 48 (Candei-ro, 2007). Estas arrugas marginales no llegan en ningún ejemplar a ser tan marcadas y continuas como en Carcharodontosauridae. En el maxilar de Abelisauridae (Lamanna et al., 2002), proveniente de los mismos niveles estratigráficos que los dientes aquí descritos, y también en los Abelisauria *Noasaurus leali* (Bonaparte y Powell, 1980), *Masiakasaurus knopfleri* (Carrano et al., 2002), *Majungasaurus crenatissimus* (Depéret, 1896; Sampson y Witmer, 2007) y *Carnotaurus sastrei* (Bonaparte, 1985; Bonaparte et al., 1990), no se mencionan éstas arrugas en el borde distal, aunque los dientes tienen una morfología similar e igual densidad de dentículos que los dientes aislados asignados a Abelisauroida en este trabajo.

La sección labiolingual basal es muy comprimida labiolingualmente en los dientes correspondientes a maxilar o dentario, con forma de ojo o de elipse con bordes agudos (Fig. 4(C, F, I, L, O)). Estos rasgos pueden ser observados en las secciones transversales de los alvéolos y algunos dientes del maxilar izquierdo de Abelisauridae (UNPSJB PV 947) descrito por Lamanna et al. (2002). En este material las secciones transversales de los primeros dientes del maxilar tienden a ser algo más circulares que los más posteriores (obs. pers.). Por lo tanto en este trabajo, los dientes UNPSJB PV 986 y 982, con sección labiolingual basal circulares podrían asignarse al premaxilar (Fig. 4(R, U)). Los dientes premaxilares de Abelisauroida presentan una sección labiolingual más circular que los correspondientes a Tyrannosauridae, siendo en éstos con forma aproximada de “D”. La relación de DSDI obtenida en los dientes asignados aquí a Abelisauroida (Tabla 1) supera el valor 1, y se aproxima al valor de 1.2 dado para grandes Abelisauroida de Sudamérica (Candei-ro, 2007).

TETANURAE Gauthier, 1986

ALLOSAUROIDEA Marsh, 1878

CARCHARODONTOSAURIDAE Stromer, 1931

Especímen referido: UNPSJB-PV 969 (Tabla 2; Fig. 5).

Tabla 2

Dientes asignados a Carcharodontosauridae. Abreviaturas: como en Tabla 1. Todas las medidas están en milímetros (mm).

Tooth assigned to Carcharodontosauridae. Same abbreviations as in Table 1. All measurements in millimetres (mm).

Registro UNPSJB	FABL	CBW	CH	AL	DCM	DCD	DSDI	AD	CD
PV 969	15.2	7.4	34.2	34.8	13	13	1	0.4	0.6

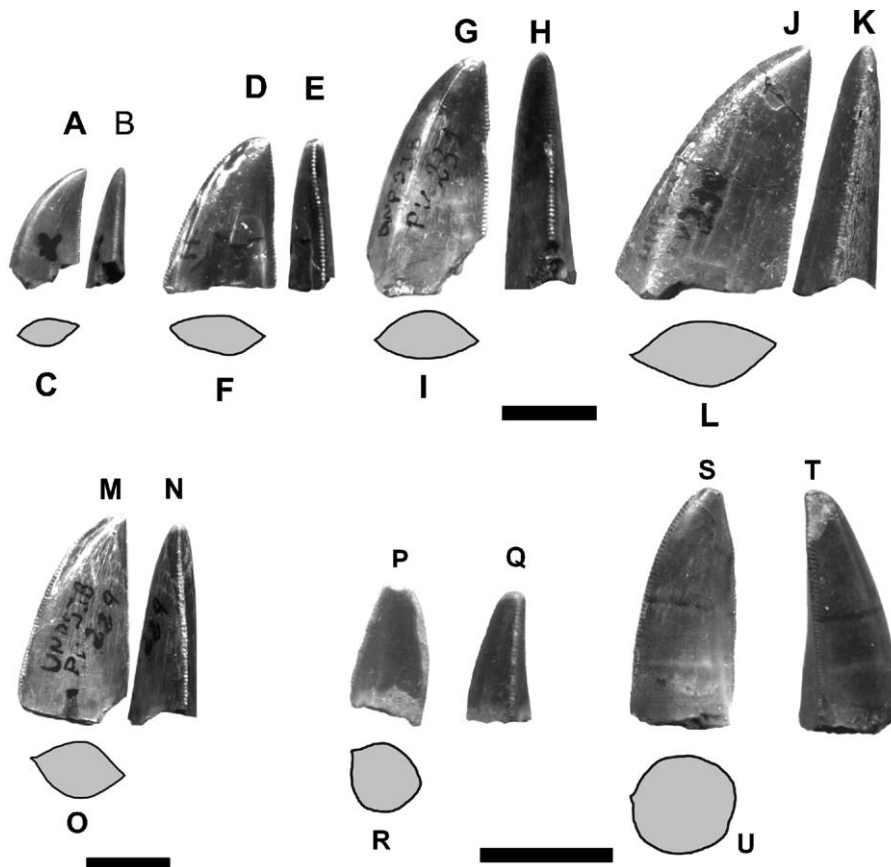


Fig. 4. A–O: dientes asignados a maxilar o dentario de *Abelisauroidea*. UNPSJB-PV 983 en vista lateral (A), vista distal (B) y sección transversal en la base (C); UNPSJB-PV 232 en vista lateral (D), vista distal (E) y sección transversal en la base (F); UNPSJB-PV 231 en vista lateral (G), vista distal (H) y sección transversal en la base (I); UNPSJB-PV 230 en vista lateral (J), vista distal (K) y sección transversal en la base (L); UNPSJB-PV 229 en vista lateral (M), vista distal (N) y sección transversal en la base (O). P–U: dientes asignados a premaxilar de *Abelisauroidea*. UNPSJB-PV 986 en vista distal (P), vista lateral (Q) y sección transversal en la base (R); UNPSJB-PV 982 en vista lateromesial (S, T) y sección transversal en la base (U). Escala: 1 cm.

A–O: teeth assigned to *Abelisauroidea* maxillae or dentary. UNPSJB-PV 983 in lateral view (A), distal view (B) and basal transversal section (C); UNPSJB-PV 232 in lateral view (D), distal view (E) and basal transversal section (F); UNPSJB-PV 231 in lateral view (G), distal view (H) and basal transversal section (I); UNPSJB-PV 230 in lateral view (J), distal view (K) and basal transversal section (L); UNPSJB-PV 229 in lateral view (M), distal view (N) and basal transversal section (O). P–U: teeth assigned to *Abelisauroidea* pre-maxillae. UNPSJB-PV 986 in lateral view (P), distal view (Q) and basal transversal section (R); UNPSJB-PV 982 in lateromesial view (S, T) and basal transversal section (U). Scale: 1 cm.

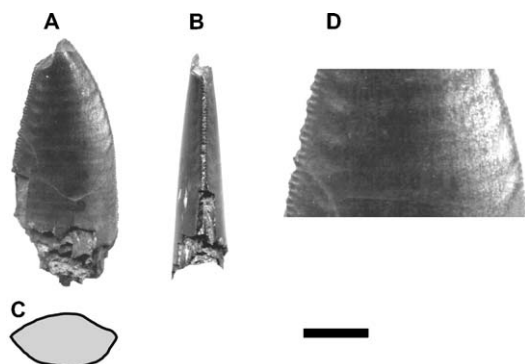


Fig. 5. Diente asignado a *Carcharodontosauridae*. UNPSJB-PV 969 en vista lateral (A), vista distal (B), sección transversal en la base (C) y detalle de las arrugas (D). Escala: 1 cm.

Tooth assigned to *Carcharodontosauridae*. UNPSJB-PV 969 in lateral view (A), distal view (B), basal transversal section (C) and detailed views of the crests (D). Scale: 1 cm.

Descripción y comentarios: El diente UNPSJB-PV 969 es comprimido labiolingualmente, posee un largo total de 32.4 mm, el ancho mesiodistal se estima en 18 mm (FABL), ya que esta dañado, y el ancho labiolingual es de 7.2 mm. Ambas carenas son denticuladas presentando igual densidad de dentículos, 13/5 mm. Los dentículos son de forma subcuadrangular, con mayor desarrollo mesiodistalmente que apicobasalmente, similar a los presentes en dientes de *Giganotosaurus* y *Mapusaurus* (*sensu* Candeiro, 2007). En vista labial y lingual, la carena distal es recta como en *Mapusaurus roseae* (MCF-PVPH-108.8) y *Carcharodontosaurus saharicus* (SGM Din-1) (Fig. 5(A, B)). El diente de la Formación Bajo Barreal presenta arrugas muy marcadas y separadas por surcos, que atraviesan de manera continua toda la superficie labial y lingual. Estas son cóncavas hacia la base del diente en ambos márgenes y se hacen rectas y perpendiculares al eje mayor del diente en la parte media de la superficie (Fig. 5(D)); de manera similar a lo descrito por Veralli y Calvo (2004) en el diente MUCPV 384 asignado a

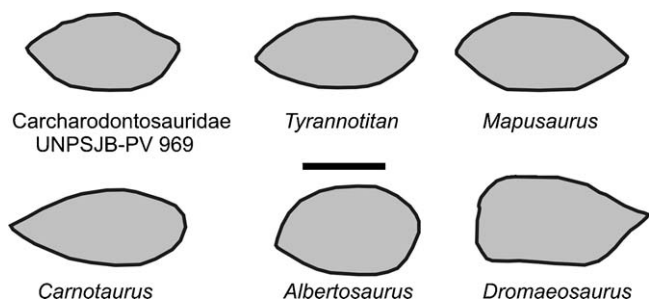


Fig. 6. Secciones transversales basales de dientes de Carcharodontosauridae UNPSJB-PV 969, *Tyrannotitan*, *Mapusaurus*, *Abelisauroida* (*Carnotaurus*), Tyrannosauridae (*Albertosaurus*) y Dromaeosauridae (*Dromaeosaurus*) (adaptado de Candeiro, 2007). Escala: 1 cm.

Basal transversal sections of teeth of the Carcharodontosauridae UNPSJB-PV 969, *Tyrannotitan*, *Mapusaurus*, *Abelisauroida* (*Carnotaurus*), Tyrannosauridae (*Albertosaurus*), and Dromaeosauridae (*Dromaeosaurus*) (adapted from Candeiro, 2007). Scale: 1 cm.

Carcharodontosauridae. En la zona apical se observan 3 dentículos entre 2 arrugas y en la parte media son 5 dentículos entre 2 arrugas. Esta serie de marcadas arrugas en las caras labial y lingual es considerada un carácter diagnóstico de Carcharodontosauridae por diversos autores (Serenio et al., 1996; Novas y de Valais, 2001; Candeiro et al., 2004; Veralli y Calvo, 2004) y es cuestionado por Brusatte et al. (2007). La sección transversal basal de UNPSJB-PV 969 es comprimida labiolingualmente como en otros Carcharodontosauridae, siendo menos comprimido que en los *Abelisauroida* y más que en los dientes maxilares de Tyrannosauridae y Dromaeosauridae (Fig. 6). La relación DSDI obtenida en UNPSJB-PV 969 es 1, exactamente el mismo valor obtenido en *Carcharodontosaurus*, *Giganotosaurus* y MUCPv 381 (Veralli y Calvo, 2004), lo que refuerza su asignación.

MANIRAPTORA Gauthier, 1986

DROMAEOSAURIDAE Matthew y Brown, 1922

Especímenes referidos: UNPSJB-PV 988, PV 989 y PV 990 (Tabla 3; Fig. 7).

Descripción y comentarios: Los tres dientes descritos aquí se distinguen por ser comprimidos labiolingualmente y con ambas carenas fuertemente curvadas distalmente en la porción apical (Fig. 7(A, D, G)). En vista distal la carena distal presenta una curvatura cerca del ápice (Fig. 7(B, E, H)). En la carena distal los dentículos son muy pequeños, presentando un mayor desarrollo y una densidad promedio de 19 dentículos cada 5 mm en la parte media de la carena mencionada y en este sector son perpendiculares a la carena. Estos dentículos tienen forma de bisel y en vista lateral son aproximadamente cuadrados con medidas promedio de 0.35 mm de largo y 0.4 mm de ancho, siendo aun más pequeños hacia la base de la corona donde se proyectan claramente hacia el ápice. Están ausentes en la carena mesial. En estos dientes se observa tanto en la cara labial como en la lingual una serie de arrugas u ondulaciones cóncavas a la base y que atraviesan toda la superficie. La sección labiolingual en la base de la corona de los dientes es bastante característica por su forma subcuadrangular,

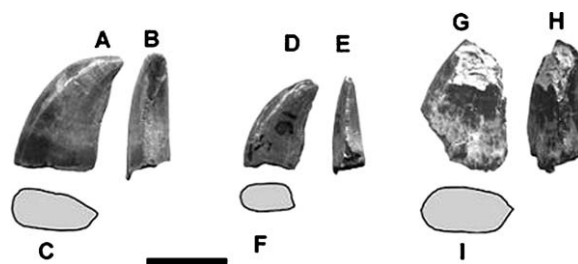


Fig. 7. Dientes asignados a Dromaeosauridae. UNPSJB-PV 988 en vista lateral (A), vista distal (B) y sección transversal en la base (C); UNPSJB-PV 989 en vista lateral (D), vista distal (E) y sección transversal en la base (F); UNPSJB-PV 990 en vista lateral (G), vista distal (H) y sección transversal en la base (I). Escala: 1 cm.

Teeth assigned to Dromaeosauridae. UNPSJB-PV 988 in lateral view (A), distal view (B) and basal transverse section (C); UNPSJB-PV 989 in lateral view (D), distal view (E) and basal transverse section (F); UNPSJB-PV 990 in lateral view (G), distal view (H) and basal transverse section (I). Scale: 1 cm.

Tabla 3

Dientes asignados a Dromaeosauridae. Abreviaturas: como en Tabla 1. Todas las medidas están en milímetros (mm).

Teeth assigned to Dromaeosauridae. Same abbreviations as in Table 1. All measurements in millimetres (mm).

Registro UNPSJB	FABL	CBW	CH	AL	DCM	DCD	AD	CD
PV 988	10.6	5.7	15.1	19	0	19	0.40	0.40
PV 989	7.4	4.1	11.6	13.9	0	18	0.35	0.40
PV 990	12.4	6.5	?	?	0	18	0.35	0.40

poco comprimida labiolingualmente (Fig. 6), con el borde mesial redondeado, el distal agudo y los laterales planos y paralelos (Fig. 7(C, F, I)). La carena mesial de los dientes acá descritos presentan una forma sigmoide en vista mesial y curvada en la vista labiolingual. Estos rasgos son típicos de dientes de Dromaeosauridae descritos por Currie et al. (1990), Baszio (1997) y Sankey et al. (2002). Además, la ausencia de dentículos en la carena mesial ha sido reportada en Velociraptorinae (Currie et al., 1990) y la ausencia total de dentículos en dientes de *Buitreraptor gonzalezorum* (Makovicky et al., 2005). Entonces, es posible suponer que los dientes de la Formación Bajo Barreal pertenecen a Dromaeosauridae indet. Todavía es necesario un mayor conocimiento de los grupos de Dromaeosauridae de América del Sur para afirmar si los dientes acá descritos están relacionados a Dromaeosauridae de América del Sur o Norte (Tabla 3).

5. Discusión y conclusiones

Se registra por primera vez la presencia de Dromaeosauridae en la Formación Bajo Barreal (Cenomaniano–Turoniano) a partir de la identificación de tres dientes (UNPSJB-PV 988, PV 989 y PV 990). La presencia de Dromaeosauridae en Gondwana fue dada a conocer por Rauhut y Werner (1995) a partir de materiales provenientes del Norte de Sudán, y luego por Knoll y Ruiz-Omeñaca (2005) en el Cretácico Inferior de Marruecos. Posteriormente fue documentada su presencia en Patagonia argentina, en la provincia de Neuquén en la

Formación Portezuelo (Turoniano-Coniaciano) con *Neuquenraptor* (Novas y Pol, 2005) y *Unenlagia* (Novas y Puerta, 1997; Calvo et al., 2004), que para autores como Makovicky et al. (2005), se trataría de una sinonimia. *Buitreraptor gonzalezorum* (Makovicky et al., 2005), que incluye restos craneales, constituye un fehaciente registro de Dromaeosauridae sudamericano en la Formación Candeleros (Cenomaniano–Turoniano). También se informó la presencia de dientes aislados asignados a Dromaeosauridae en la Formación Huincul del Turoniano Inferior (Canale et al., 2005) y en la Formación Portezuelo (Turoniano-Coniaciano; Poblete y Calvo, 2003). Recientemente Jase et al. (2007) dieron a conocer un registro de Dromaeosauridae en el continente antártico. Estos argumentos soportan una distribución amplia de los Dromaeosauridae en el oeste de Gondwana.

También aquí se asigna a Carcharodontosauridae un diente (UNPSJB-PV 969) que sería el primer registro de este clado para toda la Formación Bajo Barreal. En Patagonia argentina los Carcharodontosauridae están representados, en la provincia del Chubut, por *Tyrannotitan chubutensis* (Novas et al., 2005) y un diente aislado (Vickers-Rich et al., 1999), ambos provenientes de la Formación Cerro Barcino (Aptiano). Sin embargo, este último diente tiene arrugas en el esmalte solamente sobre el margen distolabial y no en toda la superficie labial y lingual como en otros Carcharodontosauridae (Serenio et al., 1996; Novas y de Valais, 2001; Candeiro et al., 2004) y en UNPSJB-PV 969. Otro posible registro de Carcharodontosauridae sería el diente aislado asignados a *Megalosaurus chubutensis* (del Corro, 1974; Poblete y Calvo, 2004). En la provincia de Santa Cruz se registra un diente aislado del Turoniano de la Formación Mata Amarilla (Novas et al., 1999).

Además, en la provincia de Neuquén, los Carcharodontosauridae están registrados por *Giganotosaurus carolinii* (Coria y Salgado, 1995; Calvo y Coria, 1998) y *Mapusaurus roseae* (Coria y Currie, 2006), provenientes de niveles cenomanianos, y dientes aislados en la Formación Portezuelo (Turoniano Superior-Coniaciano Inferior; Veralli y Calvo, 2004). En la provincia de Río Negro, de Valais y Apesteguía (2001) dieron a conocer dientes asignados a *Giganotosaurus* provenientes de la localidad La Buitrera, Formación Candeleros. Otros reportes incluyen restos de carcharodontosauridos en el Campaniano-Maastrichtiano de la Formación Los Alamitos (Apesteguía et al., 2004), en la Formación Allen (Martinelli y Forasiepi, 2004) y también en la Formación Río Colorado (Turoniano-Coniaciano) en la provincia de Mendoza (Alcober et al., 1998).

En conclusión, si bien se destaca el primer registro de Carcharodontosauridae y Dromaeosauridae en la Formación Bajo Barreal, su presencia no debería ser sorprendente ya que estos taxa están registrados en niveles estratigráficos correlacionables para el Cretácico Superior de Patagonia. Se documenta entonces, que durante el Cenomaniano–Turoniano de la Formación Bajo Barreal en Patagonia central, convivieron terópodos Abelisauroidea, Dromaeosauridae y Carcharodontosauridae, probablemente junto a otros terópodos no avianos como *Aniksosaurus darwini* (Martínez y Novas, 2006) y *Megaraptor* sp. (Lamanna et al., 2004). La abundancia relativa

de dientes asignados a Abelisauroidea, hallados en sectores distantes lateralmente entre sí, pero dentro de un cierto nivel estratigráfico acotado que comprende la parte superior del Miembro Inferior de la Formación Bajo Barreal, indicaría una predominancia de estos dinosaurios terópodos en este sitio y para este tiempo determinado. Esta interpretación se ve reforzada por el registro de Abelisauridae (Lamanna et al., 2002) y *Xenotarsosaurus bonapartei* (Martínez et al., 1986), y la ausencia, hasta el momento, de restos óseos postcraneales correspondientes a Dromaeosauridae y Carcharodontosauridae.

Agradecimientos

A Juan Carlos Sciutto por su constante apoyo e incentivo. A Matthew Lamanna y Fabien Knoll por sus valiosos aportes en la revisión del manuscrito. A César Navarrete, Joshua Smith, Juan Ignacio Canale y Federico Poblete por toda su colaboración, críticas y comentarios. A Marcelo Luna por las figuras del trabajo. A Alejandro Mouzet y su equipo de la Municipalidad de Sarmiento (Chubut, Argentina). A la familia Valbuena de estancia Ocho Hermanos por su hospitalidad durante tantos años de trabajo. A Fernando Pinto y la empresa Skanska. También a Bruno Ferré por el resumen en francés.

References

- Alcober, O., Sereno, P.C., Larsson, H.C.E., Martínez, R., Varricchio, D.J., 1998. A Late Cretaceous carcharodontosaurid (Theropoda: Allosauroidae) from Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 18, 23A.
- Apesteguía, S., Candeiro, R., Agnolin, F.L., 2004. Declined noblemen: Late Cretaceous dwarf carcharodontosaurids in Patagonia. *Ameghiniana* 4, 35R.
- Archangelsky, S., Belloso, E.S., Jalfin, G.A., Perrot, C., 1994. Palynology and alluvial facies from the mid-Cretaceous of Patagonia, subsurface of San Jorge Basin, Argentina. *Cretaceous Research* 15, 127–142.
- Baszio, S., 1997. Systematic palaeontology of isolated dinosaur teeth from the latest Cretaceous of south Alberta, Canada. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 196, 33–77.
- Bonaparte, J.F., 1985. A horned Cretaceous carnosaur from Patagonia. *National Geographic Research* 1, 149–151.
- Bonaparte, J.F., 1996. Cretaceous tetrapods of Argentina. *Müncher Geowissenschaftlichen Abhandlungen* 30, 73–130.
- Bonaparte, J.F., Gasparini, Z.B., 1979. Los saurópodos de los Grupos Neuquén y Chubut, y sus relaciones cronológicas. *Actas del VII Congreso Geológico Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Neuquén) 2, 393–406.
- Bonaparte, J.F., Novas, F.E., Coria, R.A., 1990. *Carnotaurus sastrei* Bonaparte, the horned, lightly built Carnosaur from the Middle Cretaceous of Patagonia. *Contributions in Science* 416, 1–42.
- Bonaparte, J.F., Powell, J.E., 1980. A continental assemblage of tetrapods from the Upper Cretaceous beds of El Brete, Northwestern Argentina (Sauropoda-Coelurosauria-Carnosauria-Aves). *Mémoires de la Société géologique de France* 139, 19–28.
- Bridge, J., Jalfin, G., Georgieff, S., 2000. Geometry, lithofacies and spatial distribution of Cretaceous fluvial sandstones bodies, San Jorge basin, Argentina: outcrop analog for the hydrocarbon-bearing Chubut Group. *Journal of Sedimentary Research* 70, 341–359.
- Brusatte, S.L., Benson, R.B., Carr, T.D., Williamson, T.E., Sereno, P.C., 2007. The systematic utility of theropod enamel wrinkles. *Journal of Vertebrate Paleontology* 27, 1052–1056.
- Calvo, J.O., Coria, R.A., 1998. New specimen of *Giganotosaurus carolinii* (Coria and Salgado, 1995), supports it as the largest theropod ever found. In: Pérez-Moreno, B.P., Holtz, T., Sanz, J.L., Moratalla, J.J. (Eds.), *Aspects of Theropod Paleobiology*. Museo Nacional de Historia Natural, Lisbon, pp. 117–122.

- Calvo, J.O., Porfiri, J.D., Kellner, A.W., 2004. On a new Maniraptoran Dinosaur (Theropoda) from the upper Cretaceous of Neuquén, Patagonia, Argentina. *Arquivos do Museu Nacional* 62, 549–566.
- Canale, J.I., Novas, F., Simón, E., 2005. Dientes de terópodos de la Formación Huincul (Turoniano Inferior), provincia del Neuquén, Argentina. *Ameghiniana Suplemento* 42, 63.
- Candeiro, C.R.A., 2007. Padrões morfológicos dos dentes de Abelisauroida e Carcharodontosauridae (Theropoda, Dinosauria) do Cretáceo da América do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Área de Concentração: Paleontologia e Estratigrafia. Tesis de Doctorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Geología.
- Candeiro, C.R.A., Arranches, C.T., Abrantes, E.A., Avilla, L.S., Martins, V.C., Moreira, A.L., Torres, S.R., Bergqvist, L.P., 2004. Dinosaur remains from western Sao Paulo state, Brazil (Bauru Basin, Adamantina Formation, Upper Cretaceous). *Journal of South American Earth Sciences* 18, 1–10.
- Carrano, M.T., Sampson, S.D., Forster, C., 2002. The osteology of *Masiakasaurus knopfleri*, a small abelisauroid (Dinosauria: Theropoda) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22, 510–534.
- Case, J.A., Martin, J.E., Reguero, M., 2007. A dromaeosaur from the Maastriichtian of James Ross Island and the Late Cretaceous Antarctic dinosaur fauna. U.S. Geological Survey and The National Academies; USGS OF-2007-1047, Short Research Paper 083.
- Coria, R., Currie, P.J., 2006. A new carcharodontosaurid (Dinosauria, Theropoda) from the Upper Cretaceous of Argentina. *Geodiversitas* 1, 71–118.
- Coria, R.A., Salgado, L., 1995. A new giant carnivorous dinosaur from the Cretaceous of Patagonia. *Nature* 377, 224–226.
- Corro, G.del, 1974. Un nuevo megalosaurio (carnosaurio) del Cretácico de Chubut (Argentina). *Comunicaciones del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia* 1, 37–44.
- Currie, P.J., Rigby, J.K., Sloan, R.E., 1990. Theropod teeth from the Judith River Formation of southern Alberta, Canada. In: Carpenter, K., Currie, P.J. (Eds.), *Dinosaur Systematics: Perspectives and Approaches*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 107–125.
- de Valais, S., Apesteguía, S., 2001. Dientes asignables a *Giganotosaurus* (Carcharodontosauria, Theropoda) provenientes de “La Buitrera”, Formación Candeleros, provincia de Río Negro. *Ameghiniana* 38, 6R–7R.
- Depéret, C., 1896. Note sur les dinosauriens sauropodes et théropodes du Crétacé supérieur de Madagascar. *Bulletin de la Société géologique de France* 21, 176–194.
- Gradstein, F.M., Agterberg, F.P., Ogg, J.G., Hardenbol, J., van Veen, P., Thierry, J., Huang, Z., 1995. A Triassic, Jurassic, and Cretaceous timescale. In: Berggren, W.A., Kent, D.V., Aubry, M.P., Hardenbol, J. (Eds.), *Geochronology Time Scales and Global Stratigraphic Correlation*. SEPM Society of Sedimentary Geology Special Publication, pp. 95–126.
- Gradstein, F.M., Ogg, J., Agterberg, F.P., Hardenbol, J., van Veen, P., 1997. Some constraints on the Phanerozoic timescale. In: Wang, N., Remane, J. (Eds.), *Proceedings of the 30th International Geological Congress*, Beijing, pp. 11–19.
- Knoll, F., Ruiz-Omeñaca, J.I., 2005. Theropod teeth from the Berriasian of Anoual (Morocco). *Journal of Vertebrate Paleontology* 25, 78A (supplement 3).
- Lamanna, M., Martínez, R., Luna, M., Casal, G., Ivany, E., Ibiricu, L., 2004. New specimens of the problematic large theropod dinosaur *Megaraptor* from the Late Cretaceous of Central Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Abstract of Papers 24, 81A.
- Lamanna, M., Martínez, R., Smith, J., 2002. A definitive abelisaurid theropod dinosaur from the Early Late Cretaceous of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology* 22, 58–69.
- Makovicky, P.J., Apesteguía, S., Agnolin, F., 2005. The earliest dromaeosaurid theropod from South America. *Nature* 437, 1007–1011.
- Martinelli, A.G., Forasiepi, A., 2004. Late Cretaceous vertebrates from Bajo de Santa Rosa (Allen Formation), Río Negro Province, Argentina, with the description of a new sauropod dinosaur (Titanosauridae). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales* 6, 257–305.
- Martínez, R., 1998a. An articulated skull and neck of Sauropoda (Dinosauria: Saurischia) from the Upper Cretaceous of Central Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Abstracts of Papers 61A.
- Martínez, R., 1998b. *Notohypsilophodon comodorensis* gen. y sp. nov., un Hypsilophodontidae (Ornithischia: Ornithopoda) del Cretácico Superior de Chubut, Patagonia Central, Argentina. *Acta Geológica Leopoldensia* 21, 119–135.
- Martínez, R., Giménez, O., Rodríguez, J., Bochaty, G., 1986. *Xenotarsosaurus bonapartei* gen. y sp. nov. (Carnosauria-Abelisauridae), un nuevo Theropoda de la Fm. Bajo Barreal, Chubut, Argentina. *Actas del IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza) 2, 23–31.
- Martínez, R., Giménez, O., Rodríguez, J., Luna, M., Lamanna, M., 2004. An articulated specimen of the basal Titanosaurian (Dinosauria: Saurópoda) *Epachthosaurus sciuttoi* from the Early Late Cretaceous Bajo Barreal Formation of Chubut Province, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 24, 107–120.
- Martínez, R., Novas, F.E., 2006. *Aniksosaurus darwini* gen. and sp. nov., a new coelurosaurian theropod from the Early Late Cretaceous of Central Patagonia, Argentina. *Revista Museo Argentino de Ciencias Naturales* 8, 243–259.
- Martínez, R., Vita, J., Lamanna, M., Ibiricu, L., 2006. A CT scan of a titanosauriform skull (Dinosauria: Sauropoda) from Central Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Abstract of Papers 96A.
- Novas, F., de Valais, S., 2001. Possible Carcharodontosaurids (Dinosauria, Theropoda) from Cerro Barcino Formation, Chubut Province. *Ameghiniana Suplemento* 34, 14–15.
- Novas, F.E., Pol, D., 2005. New evidence on Deynonychosaurian Dinosaurs from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature* 433, 858–861.
- Novas, F.E., Puerta, P.F., 1997. New evidence concerning avian origins from the Late Cretaceous of Patagonia. *Nature* 387, 390–392.
- Novas, F., Martínez, R., de Valais, S., Ambrosio, A., 1999. Nuevos registros de Carcharodontosauridae (Dinosauria, Theropoda) en el Cretácico de Patagonia. *Ameghiniana Suplemento* 36, 17.
- Novas, F., de Valais, S., Vickers-Rich, P., Rich, T., 2005. A large Cretaceous theropod from Patagonia, Argentina, and the evolution of the carcharodontosaurids. *Naturwissenschaften* 92, 226–230.
- Poblete, F., Calvo, J.O., 2003. Upper Turonian Dromaeosaurid teeth from Futalogno quarry, Barreales Lake, Neuquén, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana Suplemento* 40, 66.
- Poblete, F., Calvo, J.O., 2004. *Megalosaurus chubutensis* del Corro, 1974; un posible Carcharodontosauridae de Chubut. *XX Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados*. Libros de Resúmenes 49–50.
- Rauhut, O., Werner, B.C., 1995. First record of the family Dromaeosauridae (Dinosauria: Theropoda) in the Cretaceous of Gondwana (Wadi Milk Formation, northern Sudan). *Paläontologische Zeitschrift* 69, 475–489.
- Rodríguez JFR. 1993. La depositación de las areniscas verdes (Formación Bajo Barreal, Cretácico Tardío) y sus implicancias taxonómicas. *Actas del II Congreso Geológico Argentino y XII Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza);1(1). pp. 194–199.
- Sampson, S.D., Witmer, L.M., 2007. Craniofacial anatomy of *Majungasaurus crenatissimus* (Theropoda: Abelisauridae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Society of Vertebrate Paleontology Memoir* 8, 32–102.
- Sankey, J., Brinkman, D., Guenther, M., Currie, P., 2002. Small theropod and bird theet from the Late Cretaceous (Late Campanian) Judith River Group, Alberta. *Journal of Vertebrate Paleontology* 76, 751–763.
- Sereno, P.C., Dutheil, D.B., Laroche, M., Larson, H.C.E., Lyon, G.H., Magwene, P.M., Sidor, C.A., Varricchio, D.J., Wilson, J.A., 1996. Predatory dinosaurs from the Sahara and Late Cretaceous faunal differentiation. *Science* 272, 985–991.
- Smith, J., Dalla Vecchia, F., 2006. An abelisaurid (Dinosauria: Theropoda) tooth from the Lower Cretaceous Chicla formation of Libya. *Journal of African Earth Sciences* 46, 240–244.
- Veralli, C., Calvo, J.O., 2004. Dientes de terópodos carcharodontosáuridos del Turoniano superior-Coniaciano inferior del Neuquén, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 41, 587–590.
- Vickers-Rich, P., Rich, T.H., Lanus, D.R., Rich, L.S.V., Vacca, R., 1999. “Big tooth” from the Early Cretaceous of Chubut Province, Patagonia: a possible carcharodontosaurid. *National Science Museum Monographs* 15, 85–88.