

NOTA PALEONTOLOGICA

VERTEBRADOS DE LA FORMACIÓN PASO DEL SAPO (CAMPANIANO/MAASTRICHTIANO), PROVINCIA DE CHUBUT, ARGENTINA



SEBASTIÁN APESTEGUÍA¹, ANDREA CAMBIASO² y FEDERICO AGNOLIN^{1,2}

¹CONICET-Área de Paleontología, Fundación de Historia Natural 'Félix de Azara'- CEBBAD - Universidad Maimónides, Hidalgo 775, C1405BCK Buenos Aires. sebapestegua@gmail.com

²Laboratorio de Anatomía Comparada y Evolución de los Vertebrados, Museo Argentino de Ciencias Naturales 'B. Rivadavia', Av. Ángel Gallardo 470, 2; C1405DJR Buenos Aires. andver1@yahoo.com, fedeagnolin@yahoo.com.ar

Palabras clave. Vertebrados. Cretácico Superior. Formación Paso del Sapo. Patagonia.

Key words. Vertebrates. Upper Cretaceous. Paso del Sapo Formation. Patagonia.

ENTRE el Campaniano tardío y el Maastrichtiano temprano se produjo la ingresión del Mar de Kawas (Casamiquela, 1978), que inundó los valles fluviales patagónicos eliminando a sus pobladores estenohalinos. Los paleoambientes litorales del Maastrichtiano temprano se hallan representados por un importante espesor de sedimentitas incluidas por Wichmann (1927) en su "Senoniano Lacustre".

Lesta y Ferello (1972) y Turner (1983) fueron los primeros autores en reconocer que la Formación Paso del Sapo (expuesta en el sector central de la provincia del Chubut) era equivalente a otras unidades asignadas al "Senoniano lacustre", como la Formación Loncoche (Mendoza), el sector medio y superior de la Formación Allen (Neuquén y Río Negro), inferior y medio de la Formación La Colonia (Chubut) y la Formación Los Alamitos (Río Negro).

En 1996, un equipo de la University of South Wales y el

MPEF colectó los primeros materiales de vertebrados fósiles provenientes de esta formación. Se reportan aquí estos restos, los cuales son coincidentes con los hallados en otras unidades del ambiente litoral del "Senoniano lacustre" (Apesteguía y Cambiaso, 1999).

MARCO GEOLÓGICO

El material proviene de la Formación Paso del Sapo (Lesta y Ferello, 1972), aflorante entre Paso del Sapo y Cerro Cónдор (43°8'30"S–69°12'00"O), en el curso medio del río Chubut. Dado que los restos fueron colectados rápidamente, se desconoce su procedencia estratigráfica exacta, litología o su coexistencia en un mismo nivel. Sin embargo, dado que todos provienen de un área fosilífera pequeña, es altamente posible que provengan del mismo nivel o muy cercano (ver Material Suplementario).

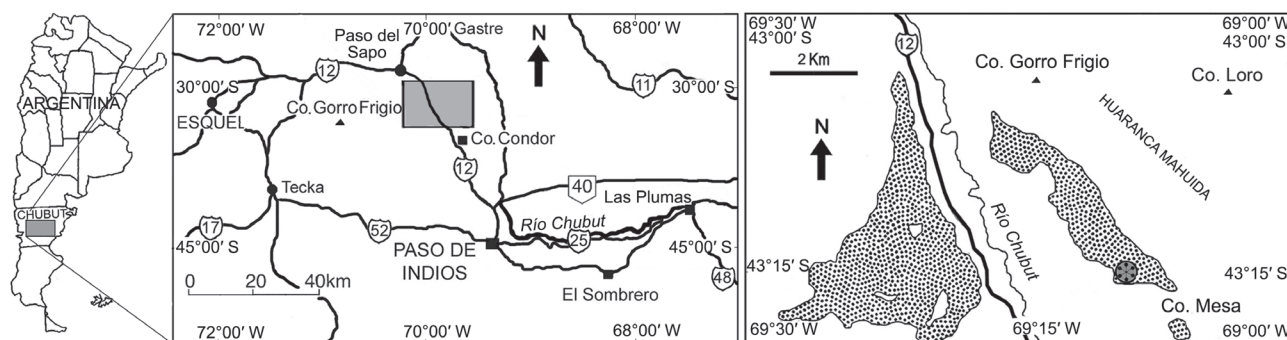


Figura 1. Mapa del área Cerro Gorro Frigio-Cerro Cónдор con afloramientos de la Formación Paso del Sapo (punteado) en la Hoja Colán Conhué (Modificado de Turner, 1983). La estrella en el círculo gris indica el sitio de procedencia de los fósiles / Map of the Gorro Frigio Hill-Cerro Cónдор area showing the outcrops of the Paso del Sapo Formation (dotted) in the Colán Conhué geological chart (Modified from Turner, 1983). The star in the grey circle shows the fossiliferous site.

Abreviaturas institucionales. MPEF: Museo Paleontológico 'Egidio Feruglio', Trelew, Chubut; MPCA: Museo Provincial 'Carlos Ameghino', Cipolletti, Río Negro.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Subclase DIPNOI Müller, 1845

Orden CERATODONTIFORMES Berg, 1840

Familia CERATODONTIDAE Gill, 1872

Género **Ptychoceratodus** Jaekel, 1926

Especie tipo. *Ptychoceratodus phillipsi* (Agassiz, 1838).

***Ptychoceratodus* sp.**

Figura 2.12

Material. Placa dentaria inferior izquierda sin la primera ni la última cresta (MPEF-PV 1907, Figura 2.12). Es de tamaño medio, robusta, subtriangular, con cinco crestas separadas por surcos angulosos y poco profundos. Sus crestas bajas y agudas permiten asignar el material al género *Ptychoceratodus*. La placa es indistinguible de *P. hislopianus* (Martín et al., 1999).

Gen. et sp. indet.

Figura 2.11

Material. Placa dentaria superior(?) sin la última cresta (MPEF-PV 1906; Figura 2.11), de tamaño pequeño y subtriangular, con la cara lingual escalonada, con sólo cuatro crestas separadas entre sí por surcos angulosos y profundos. Posee un tubérculo medial muy desarrollado.

Orden CHELONII Brongniart, 1800

Infraorden PLEURODIRA Cope, 1864

Familia CHELIDAE Gray, 1825

Gen. et sp. indet.

Figura 2.1–10

Material. Las placas MPEF-PV 1911, 1912 y 1913 son elementos periféricos muy anchos y de gran talla, con una fuerte decoración que recuerda a algunas especies de Chelidae (Broin, 1987). MPEF-PV 1913 (Figura 2.1–3) consiste en una placa periférica posterior; MPEF-PV 1912 (Figura 2.4–5) es una placa periférica anterior derecha y MPEF-PV 1911 (Figura 2.6) incluye una placa periférica posterior, un fragmento del hyoplastrón derecho, dos placas pleurales y una placa pleural 1ª incompleta.

La placa pleural 1ª MPEF-PV 1910 (Figura 2.7), fragmentaria, corresponde a un individuo de tamaño medio a grande. Es similar a los Chelidae indeterminados de Ranquil-có, Mendoza (González Riga, 1999) y los Chelidae indet. N° 2 de Los Alamitos (Broin, 1987). MPEF-PV 1909 comprende un

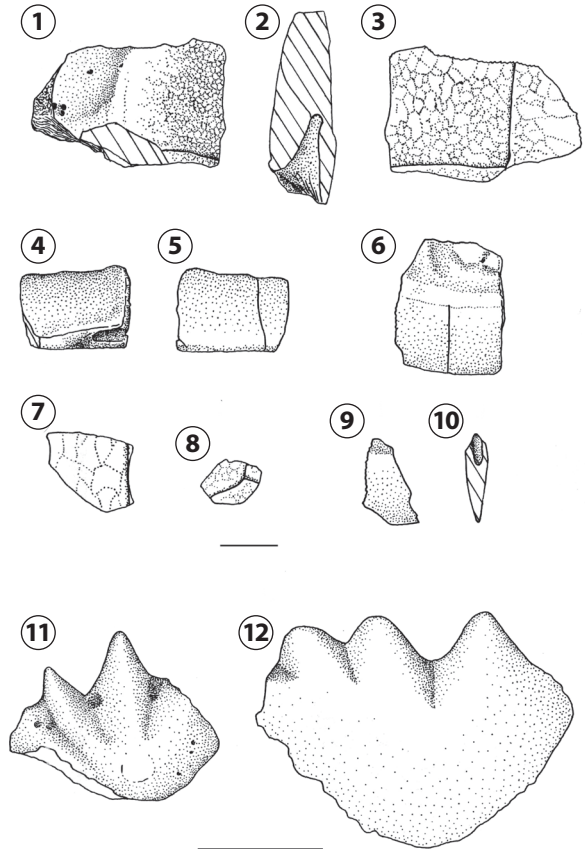


Figura 2. 1–6, Chelidae gen. et sp. indet. 1; 1–3, (MPEF-PV 1913) placa periférica posterior en vista ventral; en sección transversal y en vista dorsal; 4–5, (MPEF-PV 1912) placa periférica anterior derecha en vistas ventrolateral y dorsal; 6, (MPEF-PV 1911), placa periférica posterior en vista ventral. 7, Chelidae gen. et sp. indet. 2 (MPEF-PV 1910), 1ª placa pleural? fragmentaria en vista dorsal; 8, Chelidae gen. et sp. indet. 3 (MPEF-PV 1909), placa pleural incompleta en vista dorsal; 9–10, Chelidae gen. et sp. indet. 4 (MPEF-PV 1908), placa periférica fragmentaria en vista dorsal y en sección transversal; 11, *Ptychoceratodus* sp. (MPEF-PV 1907), placa dentaria inferior izquierda sin la primera ni la última cresta; 12, Ceratodontidae indet. (MPEF-PV 1906), placa dentaria superior derecha sin la última cresta. / 1–6, Chelidae gen. et sp. indet. 1; 1–3, (MPEF-PV 1913) posterior peripheral plate in ventral view; in transverse section and in dorsal view; 4–5, (MPEF-PV 1912) anterior right peripheral plate in ventrolateral and dorsal views; 6, (MPEF-PV 1911) posterior peripheral plate in ventral view. 7, Chelidae gen. et sp. indet. 2 (MPEF-PV 1910), 1st pleural? fragmentary plate in dorsal view; 8, Chelidae gen. et sp. indet. 3 (MPEF-PV 1909), incomplete pleural plate in dorsal view; 9–10, Chelidae gen. et sp. indet. 4 (MPEF-PV 1908) fragmentary peripheral plate in dorsal view and in transverse section; 11, Ceratodontidae indet. (MPEF-PV 1906) right upper tooth plate lacking the last crest; 12, *Ptychoceratodus* sp. (MPEF-PV 1907), left lower tooth plate lacking first and last crests. Escala/ Scale bar= 1 cm.

epiplastrón fragmentario, una placa pleural incompleta (Figura 2.8) y una placa fragmentaria indeterminada. Se asemejan a los Chelidae indet. N° 3 (Broin, 1987) y los Chelidae indet. N°5 (Gasparini y De la Fuente, 2000). MPEF-PV 1908 (Figura 2.9–10) consiste en una placa periférica fragmentaria y dos placas indeterminadas. Son pequeñas y su decoración se limita a surcos aislados que se dicotomizan y anastomosan. Se asemejan al Chelidae indet. N° 4 de Los Alamitos (Broin, 1987).

Superorden DINOSAURIA Owen, 1842
 Orden ORNITHISCHIA Seeley, 1887
 Suborden ORNITHOPODA Marsh, 1881
 Familia HADROSAURIDAE Cope, 1869

Gen. et sp. indet.

Figuras 3.1–12, 4.1–11

Material

Diente (MPEF-PV 1928). Sólo se ha preservado una corona (Figura 3.1–2), más alta que ancha, como es característico de los Hadrosauridae entre los ornitópodos (Ryan y Vickaryous, 1997; Weishampel y Horner, 1990). No preserva denticúlos.

Vértebras cervicales (MPEF-PV 1927 y 1926). Se han preservado dos postzigapófisis de gran tamaño de vértebras cervicales posteriores (Figura 3.3–4). Se asemejan en tamaño y forma a las de *Secernosaurus koernerii* (Brett-Surman, 1975; Bonaparte, Franchi, Powell y Sepúlveda 1984).

Vértebra dorsal anterior (MPEF-PV 1924, 1925). Preserva el cuerpo y parte del arco neural (Figura 3.5–8). Difiere de *Secernosaurus koernerii* y de *Willinakaqe salitralensis* por una gruesa lámina que bordea anteriormente la base del arco neural y se dirige dorsalmente hacia la prezigapófisis, formando una fosa infradiapofisial bajo del nivel de las prezigapófisis. Esta fosa difiere de la autapomórfica de *W. salitralensis* que queda abierta anteriormente y restringida al nivel de las prezigapófisis, no por debajo.

Vértebras sacras (MPEF-PV 1923). Dos centros vertebrales sacros fusionados con la base del canal neural en su cara dorsal. Aunque poco definido, presenta un somero surco en la cara ventral como en Hadrosaurinae (Weishampel y Horner, 1990; Young, 1958).

Vértebra caudal anterior. Esta vértebra (Figura 3.9), cuyo cuerpo es de contorno circular, sugiere una ubicación cercana al sacro.

Vértebras caudales medias (MPEF-PV 1922). Se han colectado tres cuerpos vertebrales (Figura 3.10–12) pertenecientes a caudales medias. Son levemente opistocélicos y de tamaño mediano, cercanos a la vigésima vértebra caudal. Dos de ellos presentan la forma acorazonada típica de ornitópodos derivados.

Vértebras caudales posteriores (MPEF-PV 1921). Estos tres cuerpos caudales distales son redondeados, con una somera excavación ventral.

Arcos neurales (MPEF-PV 1920). Los dos arcos neurales

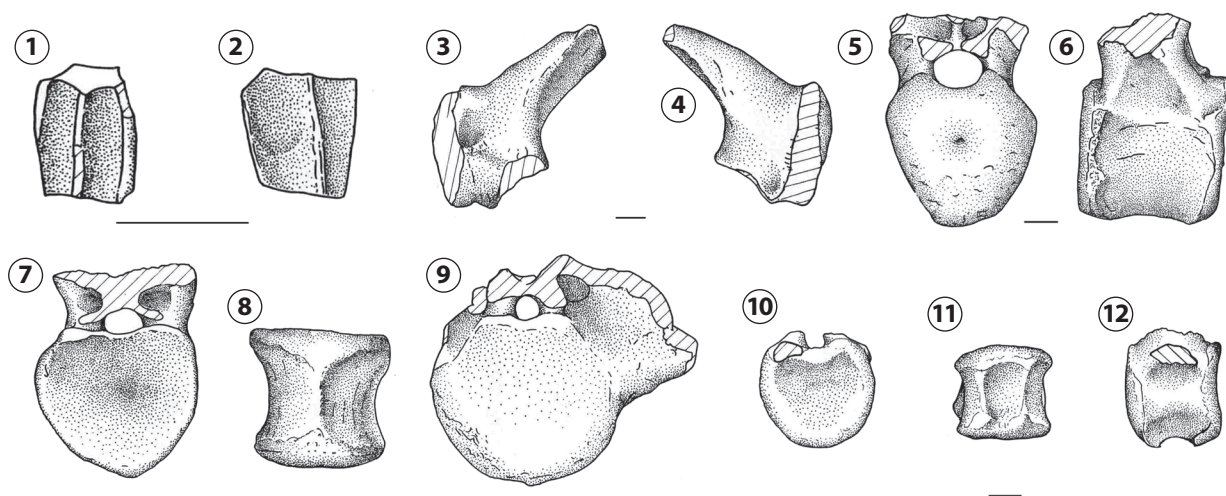


Figura 3. Hadrosauridae gen. et sp. indet.; 1–2, (MPEF-PV 1928) diente en vista labial? (1) y anterior? (2); 3–4, (MPEF-PV 1927) postzigapófisis de vértebra cervical posterior en vista lateral y medial; 5–8, (MPEF-PV 1925) vértebra dorsal en vista anterior; lateral; posterior y ventral; 9, (MPEF-PV 1924) vértebra caudal anterior en vista anterior; 10–12, (MPEF-PV 1922) vértebra caudal media en vista posterior, ventral y lateral / 1–2, (MPEF-PV 1928) tooth on labial? (1) and anterior? views (2); 3–4, (MPEF-PV 1927) postzygapophysis of a posterior cervical vertebra in lateral and medial views; 5–8, (MPEF-PV 1925) dorsal vertebra in anterior, lateral, posterior and ventral views; 9, (MPEF-PV 1924), anterior caudal vertebra in anterior view; 10–12, (MPEF-PV 1922), mid-caudal vertebra in posterior, ventral and lateral views. Escala / Scale bar = 2 cm.

corresponden a una caudal media y a una caudal posterior y preservan sólo la base de la espina neural.

Arco hemal (MPEF-PV 1919). Se asemeja en tamaño y forma a los de *Secernosaurus koerneri* (Brett-Surman, 1975; Bonaparte *et al.* 1984). En el punto de unión de las dos ramas del arco y sobre la cara posterior, presenta una ligera concavidad.

Coracoides (MPEF-PV 1918). Se ha conservado la región anterior hasta la mitad del foramen (Figura 4.1–2). Se asemeja al de *Secernosaurus koerneri* (Bonaparte *et al.* 1984; Bonaparte y Rougier, 1987) excepto por su zona glenoidea más amplia.

Metatarsiano II (MPEF-PV 1917). Un extremo distal (Figura 4.3–4); similar al de *Gryposaurus incurvimanus* (Parks, 1920) aplanado en sentido dorsoventral, expandido verticalmente y desviado medialmente (Weishampel y Horner, 1990).

Metatarsiano III (MPEF-PV 1916). Es de gran tamaño, rectangular y ligeramente comprimido anteroposteriormente (Figura 4.5–7; Weishampel y Horner, 1990).

Metatarsiano indet. (MPEF-PV 1915). Aunque incompleto y mal preservado podría ser asignado al IV.

Falange (MPEF-PV 1914). Se ha conservado una falange pedal no ungueal (Figura 4.8–11), algo más ancha que larga, dorsoventralmente comprimida. Por sus proporciones pertenecería al dígito IV.

DISCUSIÓN

Ptychoceratodus presenta una distribución a nivel de Gran Gondwana o Gondwana extra-africana (Apesteguía, 2002), lo que Schultze (1991) justificó mediante una dispersión oceánica finicretácica, basado en su supuesta eurihalinidad (Casamiquela, 1978). Sin embargo, los más antiguos (*e.g.*, *Atlantoceratodus iberingi* Cione *et al.*, 2007; *Ceratodus argentinus*; *Ceratodus kaopen* Apesteguía *et al.*, 2007) provienen de sedimentos fluvio-lacustres (Apesteguía y Agnolín, 2002) y no sobrevivieron las ingresiones marinas (*e.g.*, Formación Lefipán).

Las tortugas Chelidae halladas se asemejan de un modo general a las procedentes de Los Alamitos y Cerro Bosta (Río Negro; Broin, 1987; Gasparini y De la Fuente, 2000).

El hadrosaurido de Paso del Sapo se asemeja a *G. incurvima-*

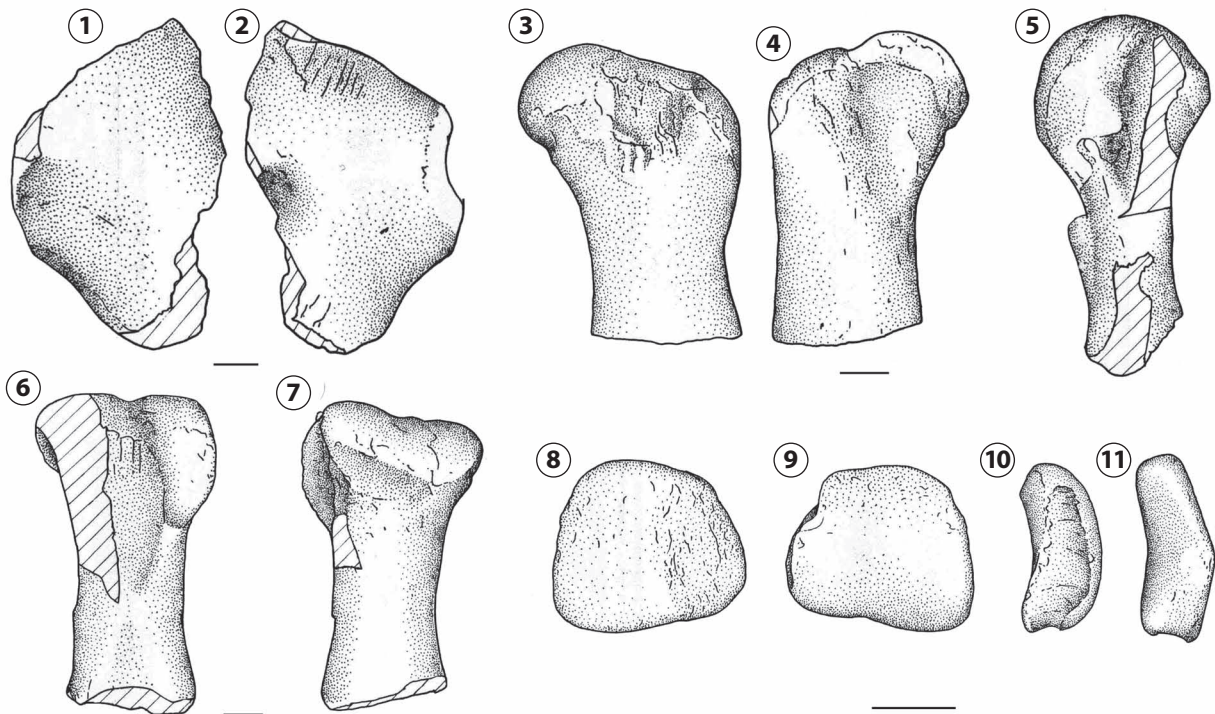


Figura 4. Hadrosauridae gen. et sp. indet.; 1–2, (MPEF-PV 1918) coracoides en vista medial y lateral; 3–4, (MPEF-PV 1917) metatarsiano II en vista medial y lateral; 5–7 (MPEF-PV 1916) metatarsiano III en vista anterior; posterior y medial; 8–11, falange en vista lateral?; distal; proximal y dorsal. / 1– 2, (MPEF-PV 1918) coracoid in medial and lateral views; 3–4, (MPEF-PV 1917) 2nd metatarsal in medial and lateral views; 5–7, (MPEF-PV 1916) 3rd metatarsal in anterior; posterior and medial views; 8–11, phalanx in lateral?; distal; proximal and dorsal views. Escala / Scale bar = 2 cm.

nus y *S. koernerii* en el coracoides y los metápodos, pero difiere en una región cranial del coracoides robusta; margen superior del coracoides agudo y angosto cavidad glenoidea amplia y las de la vértebra dorsal, lo que sugiere una entidad taxonómica diferente de *Secernosaurus koernerii* y *Willinakaqe salitralensis* (Powell, 1987; Juárez Valieri et al., 2010). La diferenciación podría explicarse por el doble filtro de los brazos marinos de la ingresión: el del Engolfamiento Pampeano - Mar de Pacha y el engolfamiento norpatagónico - Mar de Kawas, Además de éste, otro brazo contemporáneo habría alcanzado el centro de Chubut al sur de Somuncurá (región emergida del Macizo Norpatagónico). Contrariamente, los brazos habrían actuado como efectiva barrera para los mamíferos terios y lacertilios, que se diversificaron al norte del Mar de Kawas (Goin et al., 2012).

Los hadrosáuridos, ausentes en unidades consideradas como del Campaniano inferior y medio, son muy abundantes en el Campaniano Superior. Su ausencia en las unidades maastrichtianas de Baurú sugieren una dispersión occidental por Sudamérica (lo que es soportado por la icnología).

CONCLUSIONES

El material hallado contribuye a correlacionar ambiental y temporalmente a la Formación Paso del Sapo con Los Alamitos, La Colonia, Loncoche y Allen. En todas estas unidades, la minoría de elementos marinos en la biota y las facies conglomerádicas lentiformes resaltan el aporte fluvial (Andrés et al., 1990; González Riga, 1999).

La asociación de dipnoos, tortugas dulceacuícolas y hadrosáuridos caracterizan al "Senoniano Lacustre", de acuerdo a nuestro conocimiento (Wichmann no reconoció hadrosáuridos). Aunque caracterizado en el norte patagónico, el "Senoniano Lacustre" es continuo con Patagonia central.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Raúl Vacca, Pablo Puerta y Eduardo Ruigómez, del Museo "Egidio Feruglio", por el hallazgo y ofrecimiento de los materiales para su estudio. A Silvina de Valais, Leonardo Salgado, Silvio Casadío, Marcelo S. de la Fuente y Ana María Báez por su crítica que mejoró la presente contribución. A Jorge A. González por las ilustraciones. Rubén Juárez Valieri, Guillermo Salinas e Ignacio Maniel han contribuido a la versión final.

BIBLIOGRAFÍA

Andrés, R.R., Bense, C.A. y Rial, G. 1990. La Transgresión marina del Cretácico Tardío en el borde sudeste de la Meseta de Somuncurá, (Río Negro, Patagonia septentrional, Argentina). *Contribuciones de los Simposios sobre el Cretácico de América Latina. Parte A*: 165–194.

Apesteuguía, S. 2002. Gran Gondwana y la fauna de vertebrados del Mar de Kawas (Campaniano-Maastrichtiano). En: J.C. de Castro, D. Dias-Britto y E.A. Musacchio (Eds.), *II Simposio sobre el Cretácico de América del Sur* (São Pedro), *Actas 2*: 143–147.

Apesteuguía, S. y Agnolín, F.L. 2002. Los dipnoos del Cretácico de Patagonia. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 39: 5R.

Apesteuguía, S., Agnolín, F.L. y Claeson, K. 2007. Review of Cretaceous dipnoans from Argentina (Sarcopterygii: Dipnoi) with descriptions of new species. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (n.s.) 9: 27–40.

Apesteuguía, S. y Cambiaso, A. 1999. Hallazgo de hadrosaurios en la Formación Paso del Sapo (Campaniano-Maastrichtiano, Chubut): otra localidad del "Senoniano lacustre". *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 36: 5R.

Ardolino, A. y Franchi, M. 1996. Hoja Geológica 4366-I. Telsen. Boletín N° 215. *Programa Nacional de Cartas Geológicas*. Subsecretaría de Minería de la Nación, Buenos Aires, 110 p.

Bonaparte, J.F., Franchi, M., Powell, J. y Sepúlveda, E. 1984. La Formación Los Alamitos (Campaniano-Maastrichtiano) del sudeste de Río Negro, con descripción de *Kritosaurus australis* n. sp. (Hadrosauridae). Significado paleogeográfico de los vertebrados. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 34: 284–299.

Bonaparte, J.F. y Rougier, G.W. 1987. The Late Cretaceous fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina Part VII. The hadrosaurs. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (Paleontología) 3: 155–161.

Brett-Surman, M.K. 1975. [The appendicular anatomy of hadrosaurian dinosaurs. M. A. Thesis. University of California, Berkeley, 70 p. Inédito].

Broin, F. de. 1987. The Late Cretaceous fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina. IV: Chelonia. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (Paleontología) 3: 131–139.

Broin, F. de. y De La Fuente, M.S. 1993. Les tortues fossiles d'Argentine: Synthèse. *Annales de Paléontologie* 79: 169–232.

Casamiquela, R.M. 1978. La zona litoral de la transgresión maastrichtense en el norte de la Patagonia. Aspectos ecológicos. *Ameghiniana* 15: 137–147.

Cione, A.L., Gouiric, S., Goin, F.J. y Poiré, D. 2007. *Atlantoceratodus*, a new genus of lungfish from the upper Cretaceous of South America and Africa. *Revista del Museo de La Plata Paleontología* 10:1-12.

Fossa Mancini, E., Feruglio, E. y Yussen de Campana, J.C. 1938. Una reunión de geólogos de YPF y el problema de la terminología estratigráfica. *Boletín de Informaciones Petroleras* 15: 1–67.

Gasparini, Z. y De La Fuente, M. 2000. Tortugas y plesiosaurios de la Formación La Colonia (Cretácico Superior) de Patagonia, Argentina. *Revista Española de Paleontología* 15: 23–35.

Goin, F.J., Gelfo, J.N., Chornogubsky, L., Woodburne, M.O. y Martín, T., 2012. Origins, radiations, and distribution of South American mammals: from greenhouse to icehouse worlds. En: Patterson, B.D. y L.P. Costa (Eds.), *Bones, clones, and biomes: an Extended History of Recent Neotropical mammals*. University of Chicago Press. Chicago, p. 20-50.

González Riga, B. 1999. Hallazgo de vertebrados fósiles en la Formación Loncoche, Cretácico Superior de la Provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 36: 401–410.

Juárez Valieri, R.D., Haro, J.A., Fiorelli, L.E. y Calvo, J.O. 2010. A new hadrosauroid (Dinosauria, Ornithomimidae) from the Allen Formation (Late Cretaceous) of Patagonia, Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"* (n.s.) 12: 217–231.

Kirkland, J.I. 1987. Upper Jurassic and Cretaceous lungfish tooth plates from the Western Interior, the last dipnoan faunas of North America. *Hunteria* 2: 1–16.

Martin, M., Barbieri, L. y Cuny, G. 1999. The Madagascan Mesozoic Pterychotherodontids (Dipnoi). Systematic relationships and paleobiogeographical significance. *Oryctos* 2: 3–16.

Parks, W. 1920. The osteology of the trachodont dinosaur *Kritosaurus incurvimanus*. *University of Toronto Studies (Geological Series)* 11:1–74.

Powell, J.E. 1987a. Hallazgo de un dinosaurio hadrosáurido (Ornithischia, Ornithomimidae) en la Formación Allen (Cretácico superior) de Salitral Moreno, Provincia de Río Negro, Argentina. *10° Congreso Geológico Argentino, Actas 3*: 149–152.

- Powell, J.E. 1987b. The Late Cretaceous fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina. VI: The titanosaurids. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" (Paleontología)* 3: 149–153.
- Ryan, M. y Vickaryous, M.K. 1997. Diet. En: P.J. Currie y K. Padian (Eds.), *Encyclopedia of Dinosaurs*. Academic Press, San Diego, p. 169–173.
- Schultze, H.P. 1991. Lungfish from the El Molino (Late Cretaceous) and Santa Lucia formations in Southcentral Bolivia. En: R. Suárez-Sorucco (Ed.), *Fósiles y facies de Bolivia. Vol. I Vertebrados*. *Revista Técnica de YPFB* 12: 441–448.
- Turner, J.C. 1983. Descripción Geológica de la Hoja 44d Colan Conhué, provincia del Chubut. *Servicio Geológico Nacional* 197: 1–78.
- Weishampel, D.B. y Horner, J.R. 1990. Hadrosauridae. En: D.B. Weishampel, P. Dodson y H. Osmolska (Eds.), *The Dinosauria*. University of California Press, Berkeley, p. 534–561.
- Wichmann, R. 1927. Sobre la facies senoniana lacustre de los estratos con dinosaurios y su fauna. *Revista de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 30: 383–406.
- Young, C. 1958. The hadrosaurian remains of Laiyang, Shantung. *Palaeontologia Sinica (ser C)* 16: 1–138.

doi: 10.5710/AMGH.v49i3(358)

Recibido: 29 de junio de 2010

Aceptado: 5 de octubre de 2011