

# DINOSAURIOS Y AMBIENTES DEL CRETÁCICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA

## DINOSAURS AND ENVIRONMENTS FROM THE CRETACEOUS OF THE PROVINCE OF MENDOZA, ARGENTINA

**Bernardo J. González Riga**

Geólogo-Paleontólogo con especialidad en dinosaurios. Es integrante de la Unidad de Paleovertebrados del IANIGLA y becario de Postgrado del CONICET. Su Tesis Doctoral comprende el estudio de nuevas especies de dinosaurios, las primeras descritas para la provincia de Mendoza. También trabaja en proyectos nacionales e internacionales de investigación sobre dinosaurios y paleoambientes de La Pampa y Patagonia.

*Geologist - paleontologist specialized on dinosaurs. Member of the Paleovertebrates Unit of IANIGLA and holder of a CONICET doctoral fellowship. His doctoral thesis includes the study of new species of dinosaurs, the first described for the province of Mendoza, Argentina. He also works in national and international research projects about dinosaurs and paleoenvironments of La Pampa and the Patagonia.*

*(English version by M.E. Soler)*

### Bernardo J. González Riga

En el sur de la provincia de Mendoza, cerca del extremo norte de la Patagonia Argentina, afloran extensamente secuencias sedimentarias del Período Cretácico (135-65 millones de años antes del presente). Estas mismas secuencias, en la vecina provincia de Neuquén, han brindado desde el siglo pasado importantes y numerosos fósiles de dinosaurios de relevancia mundial. No obstante, hasta hace pocos años no se conocían dinosaurios procedentes de Mendoza.

Sin embargo, en la última década, el desarrollo de intensas exploraciones paleontológicas y la comunicación de hallazgos realizados por operarios petroleros y baqueanos han permitido iniciar el conocimiento de los dinosaurios que habitaron el sur de Mendoza y su relación con las faunas del norte de Patagonia y otras partes del mundo.

Hasta el momento, las únicas rocas sedimentarias que han brindado fósiles de dinosaurios corresponden al Cretácico Superior. Los hallazgos han

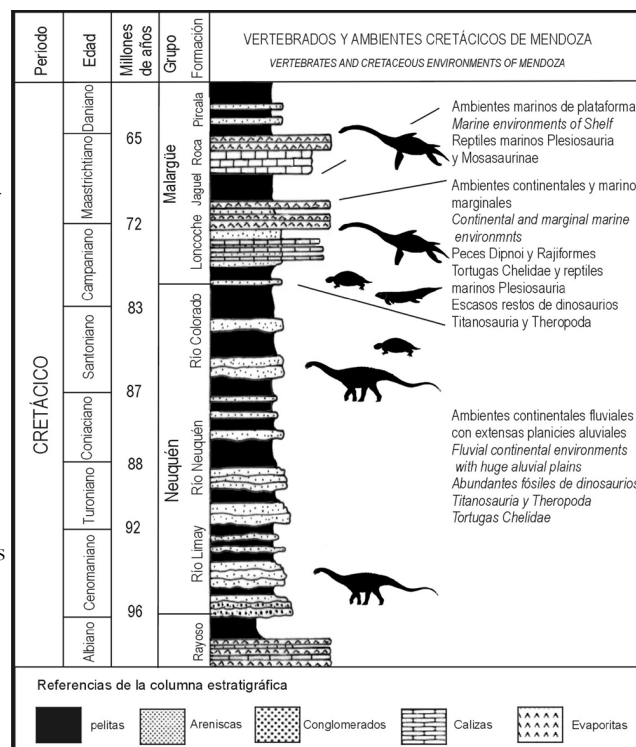
sido efectuados en el Grupo Neuquén y en la Formación Loncoche, unidades litoestratigráficas de la Cuenca Neuquina (**Fig. 1**). Durante los Períodos Jurásico y Cretácico, esta cuenca formaba una gran depresión que se extendía sobre la provincia de Neuquén y partes de las provincias de La Pampa, Río Negro y Mendoza. En esa región se depositaron cíclicamente

*At the south of the province of Mendoza, close to the northern extreme of the Argentine Patagonia, there are large outcrops of sedimentary sequences from the Cretaceous Period. These same sequences in the neighboring province of Neuquén have contributed important and numerous dinosaur fossils of worldwide importance. But until a few years ago dinosaurs proceeding*

*from Mendoza were completely unknown.*

*Nevertheless the development of intense paleontologic explorations and the communication of findings carried out by oil workers and inhabitants of the region in the last decade, have provided knowledge about the dinosaur dwelling in the south of Mendoza and their relation with fauna from northern Patagonia and from other parts of the world.*

*Up to now the only sedimentary rocks yielding dinosaur fossils are those from the Upper Cretaceous. The findings have been made in the Neuquén Group and in the Loncoche Formation, lithostratigraphic units of the Cuenca Neuquina (**Fig. 1**). During the Jurassic and Cretaceous Periods this basin formed a large depression extending over to the province of Neuquén and parts of the provinces of La Pampa, Río Negro and Mendoza. Marine, continental and littoral sediments were cyclically deposited in this region owing to transgressive and regressive episodes, that is to say advances and retrocession of the sea over*



**Fig. 1.** Vertebrados fósiles y ambientes del Cretácico de Mendoza.

**Fig. 1.** Fossil vertebrates and Cretaceous environments of Mendoza.

sedimentos marinos, continentales y litorales debido a episodios transgresivos y regresivos, es decir avances y retrocesos del mar sobre el continente (Legarreta y Uliana, 1999).

El Grupo Neuquén es la unidad que ha brindado la mayor cantidad de fósiles de dinosaurios. Comprende areniscas, conglomerados y pelitas de ambientes fluviales, aluviales y de barrales, desarrollados entre el Cenomaniano y el Campaniano temprano (**Fig. 1**).

Exploraciones paleontológicas realizadas en la región de Cañadón Amarillo y otras localidades del Departamento de Malargüe, han permitido la extracción de numerosos fósiles de dinosaurios herbívoros Titanosauria y otros vertebrados (Wilson et al., 1999; González Riga, 1999a; González Riga y Calvo, 1999).

En particular, entre los años 1999-2001 se extrajeron significativos fósiles de Titanosauria, junto con restos de carnívoros Theropoda y tortugas Chelidae. En varios sitios fosilíferos se hallaron decenas de huesos de titanosaurios de diferente tamaño y grado de desarrollo. Los especímenes juveniles (crías) no superaban los 7 m de largo, mientras que los adultos de tamaño medio llegaban a los 18 m de largo y 19 toneladas de peso. En contraste, se hallaron también ejemplares gigantes que habrían duplicado ese peso. Estudios sistemáticos y filogenéticos en desarrollo permiten reconocer dos nuevas especies de titanosaurios, las primeras descritas para la provincia de Mendoza. Una de ellas presenta novedades evolutivas (autapomorfias) en sus vértebras caudales y dorsales, y en sus osteodermos, grandes

placas óseas que protegían su espalda y cola. Su estudio contribuye al conocimiento de los diversos tipos adaptativos que desarrollaron los titanosaurios durante el Cretácico Superior.

Estos titanosaurios vivieron en Mendoza entre los 96 y los 83 millones de años antes del presente, en ambientes fluviales donde se desarrollaban bosques abiertos de coníferas. Aquellos paisajes estaban dominados por grandes ríos que se extendían sobre amplias y fangosas llanuras de inundación (**Fig. 2**).

En algunos sitios paleontológicos, la presencia de huesos desarticulados y articulados con orientaciones preferenciales sugieren procesos de necrocinesis (transporte) antes de su sepultamiento, que se habría producido anteriormente a la descomposición completa de los tejidos blandos. En varios casos los huesos fueron orientados por flujos de desbordamiento y crecientes en manto efímeras. Estas evidencias indican que los titanosaurios, herbívoros dominantes en los ecosistemas terrestres de Patagonia durante el Cretácico Superior, también eran abundantes en las extensas planicies aluviales del sur de Mendoza, donde sus cadáveres quedaban a merced de la acción del agua y dinosaurios carroñeros (González Riga, 1999a).

En Rincón de los Sauces (Neuquén), cerca del límite austral de la provincia de Mendoza, también se hallaron numerosos fósiles de titanosaurios, muchos en excepcional estado de conservación. Debe recordarse que, si bien los animales grandes tienen un alto potencial de preservación en el registro fósil, la probabilidad de hallar un esqueleto completo decrece con el

the continent (Legarreta and Uliana, 1999).

*The Neuquén Group is the unit yielding the largest amount of dinosaur fossils. It comprises sandstones, conglomerates and pelites from fluvial, alluvial and playa lake environments developed between the Cenomanian and the early Campanian (Fig. 1).*

*Paleontological explorations carried out in the region of Cañadón Amarillo and other sites at the Department of Malargüe, have resulted in the extraction of numerous fossils of Titanosauria herbivore dinosaurs and of other vertebrates (Wilson et al., 1999; González Riga, 1999a; Gonzalez Riga and Calvo, 1999).*

*Numerous and significant titanosaur fossils were extracted between 1999-2001, together with remains of Theropoda carnivore and Chelidae turtles. Many titanosaur bones of different sizes and ontogenetic development degree were found in several fossiliferous sites. The juvenile individuals were not longer than 7 m, while the medium size adults reached 18 m and weighed 19 tons. Giant specimens, which would have duplicated such weight, were also found. Systematical and phylogenetical studies allowed the recognition of two new species of titanosaurs, the first ones described for the province of Mendoza. One of them shows evolutive newness (autapomorphies) in their caudal and dorsal vertebrae, and osteodermos, which are large bony plates protecting the back and tail. Their study contributes to the knowledge of the diverse adaptive types that titanosaurs developed during the Upper Cretaceous.*

*These titanosaurs inhabited Mendoza between 96 and 83 million years before present, in*

*fluvial environments were open conifer forests thrived. Large rivers flowing over extensive and muddy flood plains dominated those landscapes (Fig. 2). At some paleontologic sites the presence of unarticulated and articulated bones with preferential orientations suggests transporting processes (necrocinesis) previous to their burial, which would have happened before the complete decomposition of the soft tissues. In several cases, the bones were oriented by overbank flows and ephemeral sheet floods. Such evidence indicates that titanosaurs – herbivores prevailing in the Patagonian land ecosystems during the Upper Cretaceous – also abounded in the large alluvial plains of the south of Mendoza, where their carcasses remained prey to the action of water and scavenger dinosaurs (González Riga 1999a).*

*Numerous titanosaur fossils were found in Rincón de los Sauces (Neuquén), close to the southern limit of the province of Mendoza, many of which were extraordinarily well preserved. It should here be brought to mind that even though large animals have a high preservation potential in the fossil record, the probability of finding a complete skeleton decreases with size on account of the history the bones underwent before burial (disarticulation, transport, abrasion, bioerosion, etc.). Therefore most of the titanosaur species are only represented by incomplete skeletal remains. The finding of skulls is extremely rare. Within this context the findings at Rincón de los Sauces, including complete and articulated skeletons with the skulls, have world relevance. The first studied fossils from this site correspond to a new species, characterized by unusual caudal vertebrae. Notwith-*

**Fig. 2.**  
Un paisaje de Malargüe (Mendoza, Argentina) hace 83 millones de años: grandes herbívoros titanosauros viven en extensos ambientes fluviales junto con tortugas Chelidae y bosques de coníferas (reconstrucción en vida del autor).

**Fig. 2.**  
*A landscape in Malargüe (Mendoza, Argentina) 83 million years ago: large titanosaur herbivores live in extensive fluvial environments together with Chelidae turtles and conifer forests (life restoration of the autor).*



tamaño debido a la historia sufrida por los huesos antes de su enterramiento (desarticulación, transporte, abrasión, bioerosión, etc.). Por ello, la gran mayoría de las especies de titanosaurios sólo están representadas por restos esqueléticos incompletos, siendo extremadamente raro el hallazgo de cráneos. En este contexto, los descubrimientos de Rincón de los Sauces, que incluyen esqueletos completos y articulados con cráneo incluido, presentan relevancia mundial. Los primeros fósiles estudiados de esta localidad corresponden a una nueva especie, caracterizada por poseer vértebras caudales inusuales. Si bien su cola presenta centros vertebrales procélicos (con caras anteriores cóncavas y posteriores convexas) tal como es característico en los titanosáridos, también aparecen vértebras articuladas de tipo anficélico (bicóncavas), opistocélico (cóncavas posteriormente) y biconvexo. Esta morfología, registrada por primera vez entre los dinosaurios saurópodos, muestra los peculiares cambios morfológicos que experimentaron los titanosaurios en el norte de Patagonia (González Riga y Calvo, 2001).

Las otras rocas sedimentarias que han brindado fósiles de dinosaurios corresponden a la Formación Loncoche, de edad Campaniano tardío-Maastrichtiano temprano (**Fig. 1**). Esta unidad, junto con las Formaciones Jagüel, Roca y Pircala, forma el Grupo Malargüe y registra la primera ingesión marina procedente del Atlántico para el sur de la provincia de Mendoza (Wichmann, 1927; Parras et al., 1996).

En la Sierra de Palauco, Departamento de Malargüe, la Formación Loncoche ha brindado una variada

asociación de vertebrados fósiles dominada por los restos de tortugas. Comprenden peces de agua dulce y salobre como Rajiformes, cf. *Atractosteus* sp. (Semionotiformes), Percodei (Perciformes) y *Ceratodus* sp. (Dipnoi). Los anfibios registrados son anuros ?Leptodactylidae. Los reptiles incluyen formas terrestres, como serpientes (?Boidae) y dinosaurios (Theropoda y Titanosauria), tortugas de agua dulce (Chelidae) y formas marinas o litorales (Plesiosauria) (González Riga, 1999b). Estos fósiles fueron hallados en facies de canales y llanuras de mareas, propias de ambientes marino marginales

standing that their tail has procoelous vertebral centra (with concave anterior faces and convex posterior faces) as is characteristic in titanosaurids, there also appear articulate vertebrae of amphicoelous (biconcave), opisthocelous (posteriorly concave) and biconvex types. This morphology, registered for the first time among the sauropod dinosaurs, shows the peculiar morphological changes experienced by titanosaurs in the North of Patagonia (González Riga and Calvo, 2001).

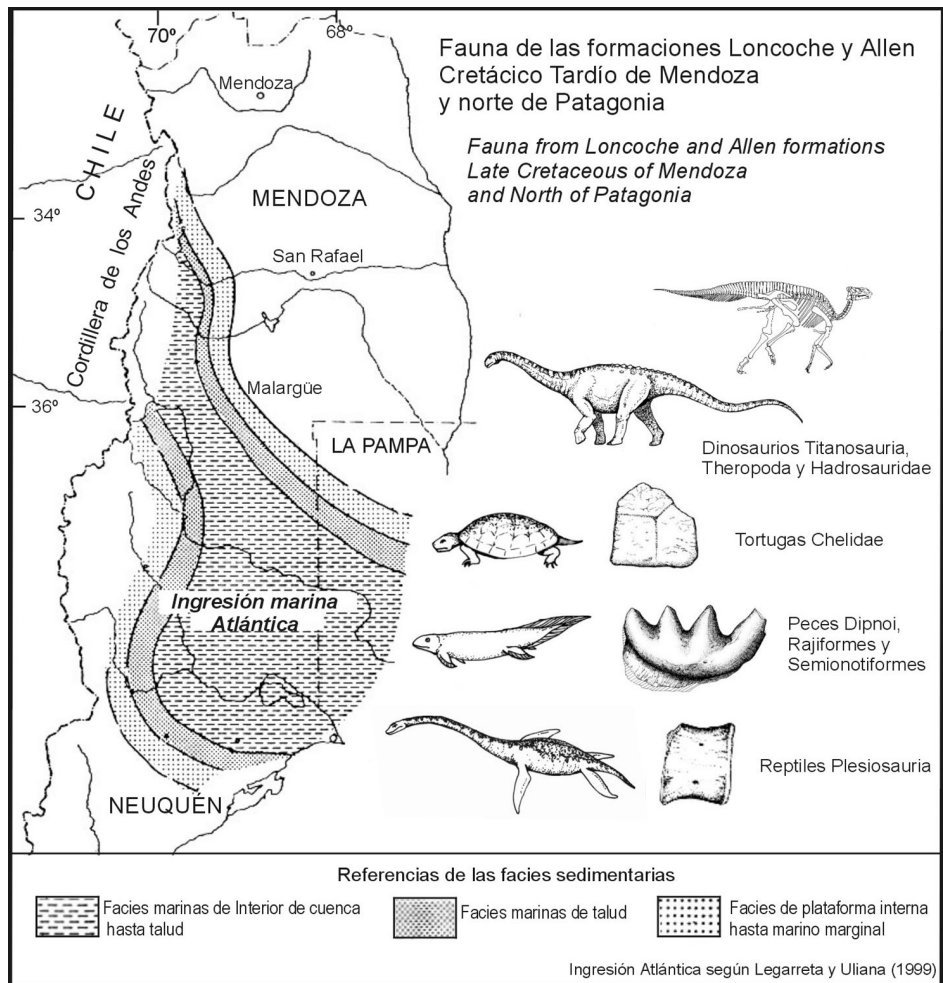
The other sedimentary rocks yielding dinosaur fossils correspond to the Loncoche

Formation, from the late Campanian-early Maastrichtian (**Fig. 1**). This unit, together with the Jagüel, Roca and Pircala formations, form the Malargüe Group. They register the first marine ingression from the Atlantic to the south of the province of Mendoza (Wichmann, 1927; Parras et al., 1996).

At the Sierra de Palauco, Department of Malargüe, the Loncoche Formation has yielded a varied association of fossil vertebrates, with prevalence of turtle remains. They comprise freshwater and brackish fish, such as Rajiformes, cf. *Atractosteus* sp. (Semionotiformes), Percodei

**Fig. 3.** Ingresión marina Atlántica y fauna del Cretácico Superior de Mendoza y norte de Patagonia.

**Fig. 3.** Atlantic marine ingression and fauna from the Upper Cretaceous of Mendoza and North of Patagonia.



(deltas, estuarios). Estas evidencias indican que, hace 72 millones de años, un angosto brazo de mar procedente del Atlántico cubrió el norte de Patagonia y penetró por el sur de la provincia de Mendoza (**Fig. 3**). En esos ambientes deltaicos dominados por mareas se mezclaban restos de vertebrados terrestres que vivían tierra adentro (dinosaurios y serpientes) junto con otros que frecuentaban cuerpos de agua dulce (tortugas, peces) o que provenían de ambientes litorales y marinos (plesiosaurios y rayas).

Asociaciones fósiles similares han sido registradas en otras localidades de Mendoza y del norte de Patagonia (Formaciones Los Alamitos, Allen y Coli Toro), lo que demuestra la amplia distribución geográfica de estas faunas y sus ambientes costeros (Gasparini et al., 2001).

Importantes integrantes de estos ambientes estuáricos, litorales y lacustres fueron los Hadrosauridae, los dinosaurios “de pico de pato”. Si bien aún sus fósiles no han sido hallados en Mendoza, sus restos son abundantes en formaciones del Cretácico Superior de la Patagonia y provincia de La Pampa. La particular distribución de los dinosaurios durante el Cretácico Superior tiene implicancias paleogeográficas importantes. La presencia de hadrosáuridos como herbívoros dominantes en los ecosistemas terrestres del hemisferio norte y titanosaurios en América del Sur, puede explicarse por el aislamiento geográfico del continente de Gondwana y luego de América del Sur con respecto a Laurasia durante la mayor parte del Cretácico. No obstante, los hallazgos de Hadrosauridae en la Patagonia y La Pampa indican una conexión física entre ambas Américas desde al

menos el Campaniano inferior (83 millones de años), momento en que se habría iniciado la inmigración de estos dinosaurios desde América del Norte, junto con dinosaurios anquilosaurios y ceratópsidos, como así también la emigración de titanosaurios hacia el Norte (Bonaparte, 1986; González Riga y Casadío, 2000).

Si bien aún resta mucho por conocer sobre los dinosaurios y ambientes del Cretácico de Mendoza, las exploraciones y estudios realizados en los últimos cinco años, permiten comenzar a reconstruir su historia, otorgando, al mismo tiempo, una nueva valorización patrimonial paleontológica a la región y provincia.

#### REFERENCIAS REFERENCES

- BONAPARTE, J.F. 1986. History of the terrestrial Cretaceous vertebrates of Gondwana. 4<sup>o</sup> Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas, 2: 63-95.
- GASPARINI, Z.; M. DE LA FUENTE, M. FERNÁNDEZ, y P. BONA. 2001. Reptiles from Late Cretaceous coastal environments of northern Patagonia. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial, 7: 101-105.
- GONZÁLEZ RIGA, B.J. 1999a. Hallazgo de Titanosauridae (Dinosauria-Saurischia) en el Cretácico Superior de la Provincia de Mendoza, Argentina. Observaciones estratigráficas y tafonómicas. Ameghiniana, 36: 102.
- GONZÁLEZ RIGA, B.J. 1999b. Hallazgo de vertebrados fósiles en la Formación Loncoche, Cretácico Superior de la provincia de Mendoza, Argentina. Ameghiniana, 36: 401-410.
- GONZÁLEZ RIGA, B.J. y J.O. CALVO. 1999. Unusual caudal series of Titanosauridae of the Late Cretaceous in the Rio Colorado Formation, border between the Neuquén and Mendoza provinces, Argentina. 7<sup>o</sup> International Symposium on Mesozoic (Perciformes) and Ceratodus sp. (Dipnoi). The registered amphibians are frogs Leptodactylidae. The reptiles include terrestrial forms, such as snakes (?Boidae) and dinosaurs (Theropoda and Titanosauria), freshwater turtles (Chelidae) and marine or littoral forms (Plesiosauria) (González Riga, 1999b). These fossils were found in channel and tidal flat facies, typical of marine marginal environments (deltas, estuaries). These proofs indicate that, 72 million years ago, a narrow sea branch from the Atlantic covered the north of Patagonia and penetrated the south of the province of Mendoza (**Fig. 3**). In those tidally dominated deltas there was a mix of remnants of terrestrial vertebrates living inland (dinosaurs and snakes) together with others, frequenting freshwater bodies (turtles, fish) or that came from littoral and marine environments (plesiosaurs and rays).
- Similar fossil assemblages have been recorded in other localities of Mendoza and northern Patagonia (Los Alamitos, Allen and Coli Toro formations), showing the wide geographical distribution of this fauna and their coastal environments (Gasparini et al., 2001).
- The Hadrosauridae, those “duck bill” dinosaurs, were important dwellers of these lacustrine, estuarial and littoral environments. Even though their fossils have yet to be found in Mendoza, their remains
- abound in formations from the Upper Cretaceous of Patagonia and the province of La Pampa. The particular distribution of dinosaurs during the Late Cretaceous has significant paleogeographical implications. The presence of hadrosaurids as herbivores prevailing in the terrestrial ecosystems of the Northern Hemisphere and titanosaurs in South America, can be explained by the geographical isolation of Gondwana, and later on of South America, with respect to Laurasia during the Cretaceous Period. Nevertheless, the hadrosaurid findings in Patagonia and La Pampa are indicating a physical connection between both Americas since, at least, the lower Campanian (83 million years), time at which the migration of these dinosaurs from North America, together with ankylosaur and ceratopsid dinosaurs, and the immigration of titanosaurs toward the North would have started (Bonaparte, 1986; González Riga and Casadío, 2000).
- Notwithstanding the fact that there still remains a lot to be known about the dinosaurs and paleoenvironments from Cretaceous of Mendoza, the explorations and studies carried out during the last five years have led to a start in the historical reconstruction of this period in this region of South America. At the same time, this deserves a new paleontological patrimonial valorization for the region and the province.

- Terrestrial Ecosystems  
(Buenos Aires), Abstracts: 29-30.
- . 2001. A new genus and species of Titanosaurid Sauropod from the Upper Cretaceous of Rincón de los Sauces, Neuquén, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, Abstracts, 21(3): 55A.
- GONZÁLEZ RIGA, B.J. y S. CASADÍO. 2000. Primer registro de Dinosauria (Ornithischia, Hadrosauridae) para la provincia de La Pampa (Argentina) y sus implicancias paleobiogeográficas. *Ameghiniana*, 37(3): 341-351.
- LEGARRETA, L. y M.A. ULIANA. 1999. El Jurásico y Cretácico de la Cordillera Principal y la Cuenca Neuquina. En: *Geología Argentina* (R. Caminos, edit.). Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales*, 29(16): 399-432, Buenos Aires.
- PARRAS, A.M.; S. CASADÍO y M. PIRES. 1996. Secuencias depositacionales del Grupo Malargüe y el límite Cretácico-Paleógeno, en el sur de la provincia de Mendoza, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 5 Paleógeno de América del Sur y Península Antártica*: 61-69.
- WICHMANN, R. 1927. Sobre la facies lacustre senoniana de los estratos con dinosaurios y su fauna. *Boletín de la Academia Nacional Ciencias de Córdoba*, 30: 383-405.
- WILSON, J.A.; R.N. MARTÍNEZ y O. ALCOBER. 1999. Distal tail segment of a Titanosaur (Dinosauria: Sauropoda) from the Upper Cretaceous of Mendoza, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 19(3): 591-594.