

GEOLOGÍA DE LA CUENCA NEUQUINA Y SUS SISTEMAS PETROLEROS

*Una mirada integradora
desde los afloramientos al subsuelo*

NEUQUÉN, PATAGONIA ARGENTINA

EDITORES

Juan José Ponce, Aldo Omar Montagna, Noelia Carmona

GEOLOGÍA DE LA CUENCA NEUQUINA Y SUS SISTEMAS PETROLEROS

*Una mirada integradora
desde los afloramientos al subsuelo*

NEUQUÉN, PATAGONIA ARGENTINA

Geología de la Cuenca Neuquina y sus sistemas petroleros: una mirada integradora desde los afloramientos al subsuelo / Silvio Alberto Casadío ... [et. al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación YPF; Viedma: Universidad Nacional de Río Negro, 2015.
152 p. : il. ; 21x17 cm.
ISBN 978-987-26841-3-6
1. Manual. 2. Geología. I. Casadío, Silvio Alberto
CDD 551
Fecha de catalogación: 17/06/2015

Editado por Fundación YPF
Macacha Güemes 515
C1106BKK Buenos Aires, Argentina

Proyecto y Coordinación General

Fundación YPF y Universidad Nacional de Río Negro

Textos

Brisson, Ignacio	Fernández, Marta
Bühler, Mariano	Montagna, Aldo Omar
Canale, Nerina	Ponce, Juan José
Carmona, Noelia	Sigismondi, Mario
Casadío, Silvio Alberto	Talevi, Marianella

Corrector

Adolfo González Tuñón

Diseño

Rosicasal

Impresión

Talleres Trama S.A.
Segunda edición: 500 ejemplares
Octubre de 2015

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11.723
Reservados los derechos. Queda rigurosamente prohibida la reproducción total o parcial de esta publicación por cualquier medio (electrónico, químico, mecánico, óptico o de fotocopia) sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo sanciones establecidas por las leyes.

REPTILES MARINOS JURÁSICOS DE LA CUENCA NEUQUINA

Marianella Talevi¹
y Marta Fernández²

Introducción

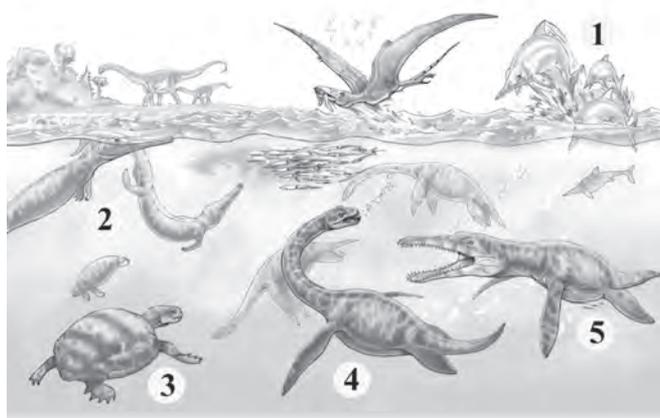
La historia de los estudios sobre reptiles marinos patagónicos puede dividirse en tres períodos. El primero comienza a fines de siglo XIX y se extiende hasta finales de la década de 1930. En esta etapa el estudio se basó en restos fragmentarios de dudosa procedencia estratigráfica, hallados fortuitamente y no como resultado de una búsqueda dirigida específicamente a esos reptiles. Durante este período se destacan los trabajos de Ameghino (1893), Dames (1893), Phillipi (1895), Weaver (1938) y Cabrera (1939). El segundo período comienza hacia fines de la década de 1930, en la cual se produjo una búsqueda sistematizada de estos reptiles, lo que permitió establecer la importancia de los yacimientos marinos jurásicos de la cuenca Neuquina, principalmente gracias a los aportes de Rusconi (1938, 1940, 1942, 1948a, 1948b 1949). Durante los años setenta se inicia el tercer período, de la mano de la Dra. Zulma Gasparini, quien desarrolla un nuevo proyecto de investigación, uno de cuyos objetivos era la búsqueda de reptiles marinos jurásicos en la cuenca Neuquina (Gasparini, 1985, 1992, 1997, 2007; Gasparini y Dellapé, 1976; Gasparini y Fernández, 1997, 2005, 2006; Gasparini e Iturralde-Vinent, 2001, 2006; Gasparini *et al.*, 1997, 1999, 2005, 2006). Este proyecto, que continúa en la actualidad, se ha extendido hacia reptiles marinos cretácicos de la Patagonia y de la Península Antártica. Gracias a estos estudios fue posible crear una colección importante de reptiles marinos patagónicos y antárticos. En este tercer período se inician

también estudios paleoecológicos y paleobiológicos de estos reptiles marinos, principalmente de ictiosaurios y cocodrilos marinos jurásicos de la cuenca Neuquina (Fernández y Gasparini, 2000, 2008; Fernández y Herrera, 2009; Fernández *et al.*, 2005; Fernández y Talevi 2013; Talevi y Fernández, 2012; Talevi *et al.*, 2012; Herrera *et al.*, 2013 a, 2013 b, 2013 c).

Definición de reptiles marinos

Los reptiles marinos no constituyen un grupo monofilético, es decir, estos reptiles no tienen un ancestro común reciente y, por lo tanto, el nombre se utiliza de manera informal para incluir cualquier reptil capaz de crecer y alimentarse en un entorno marino (Hua y Buffetaut, 1997). Durante el Jurásico, tres linajes se desempeñaron como grandes predadores pelágicos: ictiosaurios, plesiosaurios (pliosáuridos y plesiosáuridos) y cocodrilos marinos; roles que en los mares y océanos actuales desempeñan los grandes tiburones y cetáceos. A estos linajes se suman las tortugas (Fig.1).

FIGURA 1
Reconstrucción del mar Jurásico. 1. Ictiosaurios; 2. Cocodrilos; 3. Tortugas; 4. Plesiosaurio; 5. Pliosaurio. Tomado y modificado de Iturralde-Vinent (2004).



¹ CONICET-Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología Universidad Nacional de Río Negro, Isidro Lobo y Belgrano, (8332) General Roca, Río Negro, Argentina.
mtalevi@unrn.edu.ar

² CONICET-División Paleontología Vertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, Argentina.
martafer@fenym.unlp.edu.ar

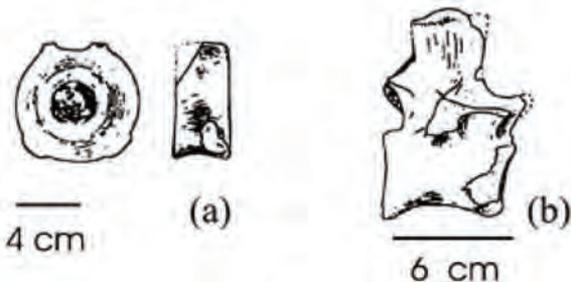
Reptiles marinos jurásicos de la cuenca Neuquina

JURÁSICO TEMPRANO

Los especímenes de reptiles marinos del Jurásico temprano de la cuenca Neuquina son incompletos y no tienen una procedencia geográfica y estratigráfica exacta; esto hace imposible identificarlos por debajo del nivel de orden. Se ha mencionado el hallazgo de vértebras de ictiosaurios (Fernández y Lane, 1999) provenientes de la Formación Puesto Araya, margen norte del río Atuel, al sur de la provincia de Mendoza (Fig. 2a). En el área de Portezuelo Ancho se hallaron dos vértebras (Fig. 2b) referibles a *Thalattosuchia* indet. (Cocodrilía) (Gasparini y Fernández, 2005).

FIGURA 2

Vértebras. (a) Ictiosaurio, (b) *Thalattosuchia* indeterminado (tomado y modificado de Gasparini y Fernández, 2005).



JURÁSICO MEDIO

Hasta el presente, la localidad fosilífera más rica en cuanto a la calidad de restos es Chacaico Sur, donde la transición entre las formaciones Los Molles y Lajas está bien expuesta. Se han descubierto Plesiosaurios pliosáuridos, siendo el más completo el *Maresaurus coccai* (Gasparini, 1997), que cuenta con un cráneo tridimensional (Fig. 3). En el mismo nivel se encontró una vértebra caudal de un cocodrilo *Thalattosuchia*, siendo este el primer registro de cocodrilos marinos del Jurásico Medio en Argentina (Gasparini y Fernández, 2005). Entre el intervalo Aaleniano-Bathoniano no se han registrado ictiosaurios fuera de la cuenca Neuquina. Fernández (2003) describe un ictiosaurio ophthalmosauriano del Aaleniano-Bajociano en el sur de Mendoza, siendo éste el registro más antiguo de este grupo a nivel mundial (Fig. 4).

FIGURA 3

Maresaurus coccai. Tomado y modificado de Gasparini et al. (2007).



FIGURA 4

Fragmento de aleta de *Ophthalmosauria* indet. Tomado y modificado de Fernández (2003).

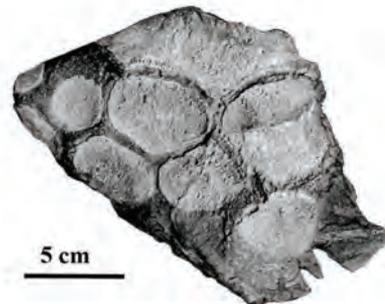
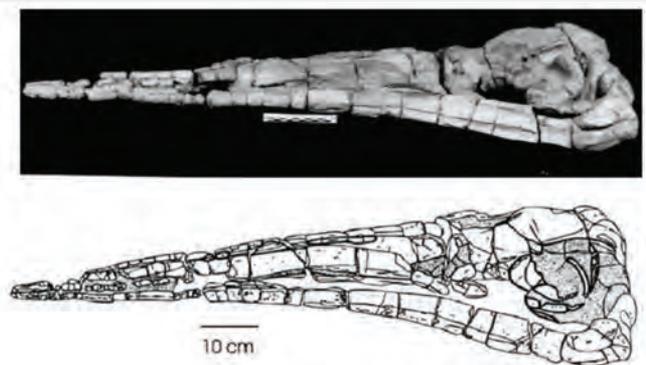


FIGURA 5

Cráneo de *Stenopterygius cayi*. Tomado y modificado de Fernández (1994).



Los primeros ictiosaurios Bajocianos en documentarse de la cuenca Neuquina se encuentra en Chacaico Sur-Charahuilla y fueron recuperados de la Formación Los Molles. Uno de estos taxones es *Stenopterygius cayi* (Fernández, 1994), un ictiosaurio longirostro (Fig. 5). El otro es *Mollesaurus periallus* (Fernández, 1999), un ophthalmosauriano con una órbita muy grande (Fig. 6).

FIGURA 6

Mollesaurus periallus. a. Vista general. b. Detalle de vértebras y costillas dorsales. c. Costilla dorsal en vista anterior. d. Vista posterior. e. Esquema de sección transversal de la costilla. Tomado y modificado de Talevi y Fernández (2012).

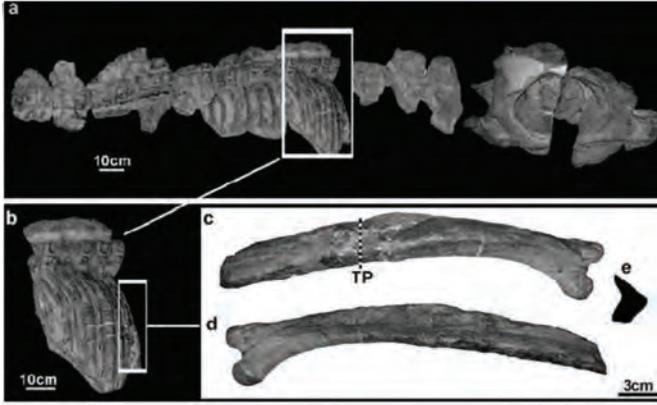
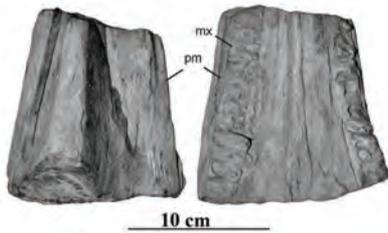


FIGURA 7

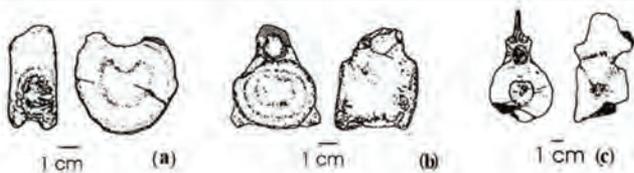
Ictiosauria. Tomado y modificado de Fernández y Talevi (2013).



En Charahuilla, una localidad cerca de Chacaico Sur, Cabrera (1939) describió un fragmento rostral de otro ictiosaurio (Fig. 7), que por su naturaleza fragmentaria no puede ser referido a niveles taxonómicos inferiores (Fernández y Talevi, 2013).

FIGURA 8

a. Vértebras de Plesiosaurios. b. *Muraenosaurus*. c. *Cryptoclidus*. Tomado y modificado de Gasparini (2007).



Asimismo, en la zona de Chacaico Sur, en niveles de la Formación Las Lajas referibles al Calloviano, se han encontrado restos de reptiles marinos, pero a diferencia de la buena conservación e incluso de la presencia de

especímenes articulados del Bajociano temprano, los fósiles encontrados corresponden a vertebrae aisladas y fragmentos post-craneales. Sobre la base de la morfología vertebral se han podido identificar Pliosaurios y Plesiosaurios (Fig. 8). Algunas vertebrae fueron referidas a eslamosáuridos (cf. *Muraenosaurus* sp.) y otras a cryptoclídidos (cf. *Cryptoclidus* sp.) (Gasparini y Spalletti, 1993). Por último, del Batoniano Superior (Formación Los Molles) en cercanías de la ciudad de Chos Malal, se recuperaron restos del esqueleto, mandíbula y centros vertebrales de *Metriorhynchus* aff. *Brachyrhynchus* (crocodiliformes) (Gasparini et al., 2005) (Fig. 9).

FIGURA 9

Metriorhynchus aff. *M. brachyrhynchus*. Tomado y modificado de Gasparini et al., 2007.

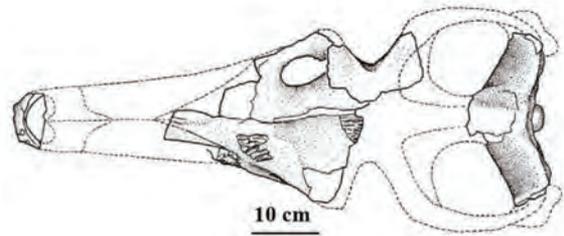
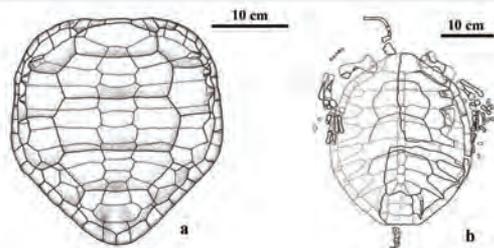


FIGURA 10

a. *Notoemys laticentralis*. b. *Neusticemys neuquina*. Tomado y modificado de Gasparini et al., (2007).



JURÁSICO SUPERIOR (TITONIANO)

Todos los reptiles marinos del Jurásico Superior de la cuenca Neuquina fueron recuperados de la Formación Vaca Muerta. Cuatro localidades han sido, hasta el presente, las más ricas en términos fosilíferos: Cerro Lotena, Los Catutos, Arroyo Trincajuera y Yesera del Tromen-Pampa Tril.

CERRO LOTENA

Dentro de las localidades fosilíferas del Jurásico Supe-

rior, la mayor diversidad y cantidad de reptiles marinos se han encontrado en Cerro Lotena, en las rocas de la Formación Vaca Muerta. La herpetofauna marina recuperada incluye tortugas Cryptodiras (*Neusticemys neuquina*) y pleurodiras (*Notoemys laticentralis*) (Fig. 10), ictiosaurios, incluyendo el holotipo de *Caypullisaurus bonapartei*, pliosaurios (*Liopleurodon* sp.), y varios especímenes del metriorrínquido *Cricosaurus araucanensis* (incluyendo también el ejemplar tipo de esta especie) (Fig. 11).

FIGURA 11

a. *Caypullisaurus bonapartei*. b. *Liopleurodon* sp. c. *Cricosaurus araucanensis*. Tomado y modificado de Fernández, 1997 y Gasparini et al. (2007).

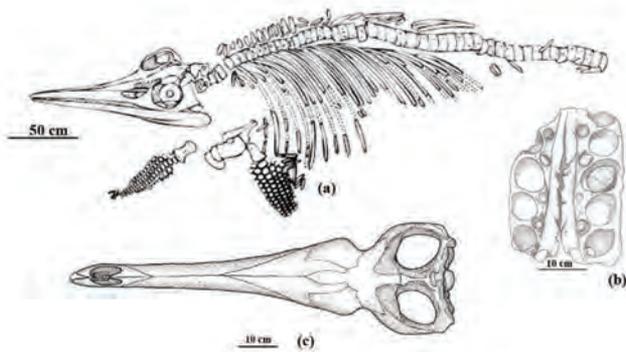
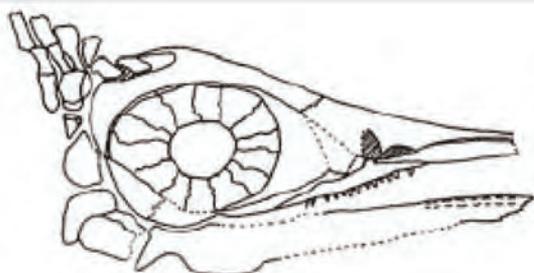


FIGURA 12

Ophthalmosauriano juvenil. Tomado y modificado de Gasparini y Fernández (2006).



LOS CATUTOS

Las calizas litográficas del Miembro Los Catutos (Formación Vaca Muerta) en la localidad de Los Catutos y sus alrededores también son portadoras de estos reptiles incluyendo ictiosaurios, uno de los cuales es un ophthalmosauriano juvenil (Fig. 12), y otro referible a *Aegirosaurus* sp., ejemplares de las tortugas *Notoemys laticentralis* y *Neusticemys neuquina*, el metriorrínquido *Cricosaurus litographicus* (Fig. 13) y un diente de pliosaurio.

FIGURA 13

Cricosaurus litographicus. Tomado y modificado de Herrera et al. (2013a).



ARROYO TRINCAJUERA

En esta localidad se han recolectado varios especímenes muy bien preservados, aunque incompletos, de ictiosaurios. También se recolectó un ejemplar adulto de *Neusticemys neuquina* y un fragmento de cráneo de un Pliosauridae (Fig. 14).

FIGURA 14

Pliosauridae. Tomado y modificado de Gasparini y Fernández (2006).

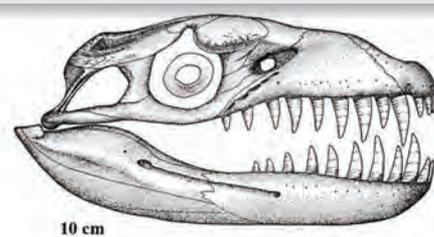


YESERA DEL TROMEN-PAMPA TRIL

Finalmente, en la Yesera del área Tromen, cerca de Pampa Tril, hay una sucesión en la que predominan las fangolitas y las concreciones carbonáticas del Titoniano-Berriasiano. Quince esqueletos fueron exhumados en un área de 2,1 km², incluyendo a *Caypullisaurus bonapartei*, *Liopleurodon* sp., *Dakosaurus* sp. (Fig. 15) y *Cricosaurus* sp.

FIGURA 15

Dakosaurus andiniensis. Tomado y modificado de Gasparini et al. (2007).



CONCLUSIONES

En la cuenca Neuquina se encuentra el mejor registro de reptiles marinos jurásicos de Gondwana. Si bien los registros del Jurásico Medio son escasos, los hallazgos del Bajociano Temprano, Batoniano tardío y Calloviano sugieren una gran diversidad de ictiosaurios (e.g. Stenopterygidae: *Stenopterygius cayi*, Ophthalmosauridae: *Mollesaurus periallus*), plesiosaurios (Pliosauroida: *Maresaurus coccai*; Plesiosauroida: cf. *Muraenosaurus* sp.; cf. *Cryptoclidus* sp.), y la presencia de *Metriorhynchus* sp. Para el Titoniano y Berriasiano se encuentra el registro más rico de reptiles marinos de la cuenca Neuquina entre los que se pueden mencionar grandes ictiosaurios (*Caypullisaurus bonapartei*), pliosaurios (*Liopleurodon* sp.), cocodrilos (*Cricosaurus araucanensis* y *C. litographicus*, *Dakosaurus andiniensis*) y tortugas (*Neusticemys neuquina*). En cuanto a la paleobiología de los reptiles marinos jurásicos de la cuenca Neuquina, prácticamente todos eran pelágicos, siendo la excepción la tortuga *Notoemys*. Es probable que los reptiles pelágicos utilizaran la cuenca sólo durante algunas etapas de su ciclo vital, particularmente durante el período reproductivo.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por los siguientes proyectos: UNRN (40-A-244); CONICET (PIP 0433).

Referencias

- Ameghino, F. 1893. Sobre la presencia de vertebrados de aspecto mesozoico en la formación Santacruceña de Patagonia Austral. *Revistas del Jardín Zoológico de Buenos Aires*. 1: 75-84.
- Cabrera, A. 1939. Sobre un nuevo ictiosaurio del Neuquén. *Notas del Museo de La Plata*. 4: 485-491.
- Dames, W. 1893. Ueber das Vorkommen von Ichthyopterygiern im Tithon Argentiniens. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*. 45: 23-33.
- Fernández, M. 1994. A new long-snouted ichthyosaur from the Early Bajocian of Neuquen Basin (Argentina). *Ameghiniana*. 31: 291-297.
- Fernández, M. 1997. A new ichthyosaur from the Tithonian (Late Jurassic) of the Neuquén Basin, Northwestern Patagonia, Argentina. *Journal of Paleontology*. 71: 479-484.
- Fernández, M. 1999. A new ichthyosaur from the Los Molles Formation (Early Bajocian), Neuquen Basin, Argentina. *Journal of Paleontology*. 73: 677-681.
- Fernández, M. 2003. Ophthalmosauria (Ichthyosauria) forefin from the Aalenian-Bajocian boundary of Mendoza province, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*. 23: 691-694.
- Fernández, M. y Gasparini, Z. 2000. Salt glands in a Tithonian metriorhynchid crocodyliform and their physiological significance. *Lethaia*. 33: 269-276.
- Fernández, M. y Gasparini, Z. 2008. Salt glands in the Jurassic metriorhynchid *Geosaurus*: implications for the evolution of osmoregulation in Mesozoic marine crocodyliforms. *Naturwissenschaften*. 96: 79-84.
- Fernández, M. y Herrera, Y. 2009. Paranasal Sinus System of *Geosaurus araucanensis* and the Homology of the Antorbital Fenestra of Metriorhynchids (Thalattosuchia: Crocodylomorpha). *Journal of Vertebrate Paleontology*. 29: 702-714.
- Fernández, M. y Lane, S. 1999. Presencia de ictiosaurios en el Sinemuriano del Río Atuel, Cuenca Neuquina, Mendoza. *Ameghiniana*. 36, 100.
- Fernández, M., Archuby, F., Talevi, M. y Ebner, R. 2005. Ichthyosaurian eyes: paleobiological information content in the sclerotic ring of *Caypullisaurus* (Ichthyosauria, ophthalmosauria). *Journal of Vertebrate Paleontology*. 25: 330-337.
- Fernández M. y Talevi M. 2013. Ophthalmosaurian (Ichthyosauria) records from the Aalenian-Bajocian of Patagonia (Argentina): an overview. *Geological Magazine*, disponible en CJO2013. doi:10.1017/S0016756813000058.

- Gasparini, Z. 1985. Los reptiles marinos del Jurásico de América del Sur. *Ameghiniana*. 22: 23-34.
- Gasparini, Z. 1992. Marine reptiles of the Circum-Pacific region. En: G.E.G. Westermann (ed.), *The Jurassic of the Circum-Pacific*. World and Regional Geology 3. Cambridge University Press. 361-364.
- Gasparini, Z. 1997. A new pliosaur from the Bajocian of the Neuquén Basin, Argentina. *Palaeontology*. 40: 135-147.
- Gasparini, Z. 2007. Chapter 12. Plesiosauria. En: Z. Gasparini, L. Salgado y R. Coria (eds.), *Patagonian Mesozoic Reptiles*. Indiana University Press. Bloomington Indiana. 292-313.
- Gasparini, Z. y Dellapé, D. 1976. Un nuevo cocodrilo marino (*Thalattosuchia*, *Metriorhynchidae*) de la Formación Vaca Muerta (Jurásico, Tithoniano) de la provincia del Neuquén. 1º Congreso Geológico Chileno (Santiago). *Actas 1: C1-C21*.
- Gasparini, Z. y Fernández, M.S. 1997. Tithonian marine reptiles of the Eastern Pacific. En: J.M. Callaway y E.L. Nicholls (eds.), *Ancient marine reptiles*, Academic Press, San Diego. 435-440.
- Gasparini, Z. y Fernández, M. 2005. Jurassic marine reptiles in the Neuquen Basin. En: Veiga, Spalletti, Howell y Schwarz (eds.): *The Neuquen Basin, Argentina: a case study in sequence stratigraphy and basin dynamics*. Geological Society of London, Special Publication. 252: 279-294.
- Gasparini, Z. y Fernández, M. 2006. Middle and Late Jurassic marine reptile faunas of the southeastern Pacific, based on discoveries in Argentina and Chile. *Paludicola*. 5: 230-241.
- Gasparini, Z. e Iturralde-Vinent, M. 2001. *Metriorhynchid crocodiles (Crocodyliformes) from the Oxfordian of western Cuba*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*. 9: 534-542.
- Gasparini, Z. e Iturralde-Vinent, M. 2006. *The Cuban Oxfordian herpetofauna in the Caribbean Seaway*. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*. 240: 343-371.
- Gasparini, Z. y Spalletti, L. 1993. First Callovian *Plesiosaurus* from the Neuquén Basin, Argentina. *Ameghiniana*. 30: 245-254.
- Gasparini, Z., Spalletti, L. y de la Fuente, M. 1997. Marine reptiles of a tithonian transgression, western Neuquen Basin, Argentina. *Facies and Palaeoenvironments*. *Geobios*. 30: 701-712.
- Gasparini, Z., Spalletti, L., Fernández, M. y de la Fuente, M. 1999. Tithonian marine reptiles from the Neuquén Basin: diversity and palaeoenvironments. *Revue de Paléobiologie*. 18: 333-345.
- Gasparini, Z., Cichowolski, M. y Lazo, D. 2005. First *Metriorhynchus* (*Metriorhynchidae: Crocodyliformes*) from the Bathonian (Middle Jurassic) of the Eastern Pacific. *Journal of Paleontology*. 79: 805-809.
- Gasparini, Z., Pol, D. y Spalletti, L., 2006. An unusual marine *Crocodyliform* from the Jurassic-Cretaceous boundary of Patagonia. *Science*. 311: 70-73.
- Gasparini, Z., Fernández, M. de la Fuente, M. y Salgado, L. 2007. *Reptiles marinos jurásicos y cretácicos de la Patagonia argentina: su aporte al conocimiento de la herpetofauna mesozoica*. Publicación Especial 11 *Ameghiniana* 50º aniversario. 125-136
- Herrera Y., Gasparini Z. y Fernández M.S. 2013a. A new Patagonian species of *Cricosaurus* (*Crocodyliformes, Thalattosuchia*): first evidence of *Cricosaurus* in Middle-Upper Tithonian lithographic limestones from Gondwana. *Palaeontology*. 56: 663-678.
- Herrera Y. Fernández M.S. y Gasparini Z. 2013b. The snout of *Cricosaurus araucanensis*: a case study in novel anatomy of the nasal region of metriorhynchids. *Lethaia*. 46: 331-340.
- Herrera, Y., Fernández, M.S. y Gasparini, Z. 2013c. Postcranial skeleton of *Cricosaurus araucanensis* (*Crocodyliformes: Thalattosuchia*): morphology and palaeobiological insights. *Alcheringa*. 37: 285-298.
- Hua, S. y Buffetaut, E. 1997. Part V: *Crocodylia*. En: Callaway, J. y Nicholls, E. (eds.), *Ancient Marine Reptiles*. Academic Press, New York. 357-374.
- Iturralde-Vinent, M.A. 2004. Origen y evolución del Caribe y sus biotas marinas y terrestres. Editorial Centro Nacional de Información Geológica, CD-ROM. ISBN 959-7117-14-2.
- Phillipi, R.A. 1895. *Ichthyosaurus immanis* Ph. una nueva especie sud-americana de este genero (SIC). *Anales de la Universidad de Chile*. 90: 837-941.
- Rusconi, C. 1938. Restos de ictiosaurios del Jurásico Superior de Mendoza. *Boletín Paleontológico de Buenos Aires*. 10: 1-4.
- Rusconi, C. 1940. Nueva especie de ictiosaurio del Jurásico de Mendoza. *Boletín Paleontológico de Buenos Aires*. 11: 1-4.
- Rusconi, C. 1942. Nuevo género de ictiosaurio argentino. *Boletín Paleontológico de Buenos Aires*. 13: 1-2.
- Rusconi, C. 1948a. *Ictiosaurios del Jurásico de Mendoza (Argentina)*. *Revista del Museo de Historia Natural de Mendoza*. 2: 17-160.
- Rusconi, C. 1948b. Nuevo plesiosaurio, pez y langosta del mar jurásico de Mendoza. *Revista del Museo de Historia Natural de Mendoza*. 2: 3-12
- Rusconi, C. 1949. Presencia de ictiosaurios en el Liásico de San Juan. *Revista del Museo de Historia Natural de Mendoza*. 3: 89-94.
- Talevi, M. y Fernández, M. 2012. Unexpected skeletal histology of an ichthyosaur from the Middle Jurassic of Patagonia: implications for evolution of bone microstructure among secondary aquatic tetrapods. *Naturwissenschaften*. 99: 241-244.
- Talevi, M., Fernández, M. S. y Salgado L. 2012. Variación en la histología ósea de *Caypullisaurus bonapartei* Fernández, 1997 (*Ichthyosauria: Ophthalmosauridae*). *Ameghiniana*. 49: 38-46.
- Weaver, C. 1938. *Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of West Central Argentina*. *University of Washington Memories*. 1: 1-469.



SEGUNDA PARTE

REGISTRO ELÉCTRICO
DE POZOS Y SÍSMICA