

EL NEÓGENO DE LA MESOPOTAMIA ARGENTINA



Diego Brandoni
Jorge I. Noriega
e d i t o r e s



Asociación Paleontológica Argentina
Publicación Especial 14

El Neógeno de la Mesopotamia argentina

Diego Brandoni y Jorge I. Noriega, Editores (2013)

Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 14



Asociación Paleontológica Argentina

Comisión Directiva (2012-2013)

Presidente: Dr. Emilio Vaccari

Vicepresidente: Dr. Francisco J. Prevosti

Secretario: Dr. Javier N. Gelfo

Prosecretaria: Dra. Carolina Acosta Hospitaleche

Tesorero: Dr. Leandro Martínez

Protesorero: Dra. Verónica Krapovickas

Vocales titulares:

Dra. Andrea Arcucci

Dra. Raquel Guerstein

Dra. Ana Carignano

Vocales suplentes:

Dra. María Teresa Dozo

Dra. Lucía Balarino

Dr. Oscar Gallego

Órgano de Fiscalización

Titulares:

Lic. Mariano Bond

Dra. Julia Brenda Desojo

Dr. Darío Lazo

Suplente:

Dra. Cecilia Deschamps

ISSN 0328-347X

A.P.A. Asociación Paleontológica Argentina
Maipú 645 1° piso (C1006ACG)
Ciudad autónoma de Buenos Aires, República Argentina.
Teléfono y fax: 54-(0)11-4326-7463
E-mail: secretaria@apaleontologica.org.ar
<http://www.apaleontologica.org.ar>

COPYRIGHT STATEMENT. Where necessary, permission is granted by the copyright owner for libraries and others registered with the Copyright Clearance Center (CCC) to photocopy an article herein for US\$ 0.50 per page. Payments should be sent directly to the CCC P.O. 222 Rosewood Drive, Danvers, Massachusetts 01923 USA. Copying done for other than personal or internal references use without permission of Asociación Paleontológica Argentina is prohibited. Requests for special permission should be addressed to Maipú 645, 1er piso, 1006 Buenos Aires, Argentina. 0328-347X/07\$00.00+.50

ÍNDICE



LEANDRO M. PÉREZ Nuevo aporte al conocimiento de la edad de la Formación Paraná, Mioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina.....	7
ERNESTO BRUNETTO, JORGE I. NORIEGA y DIEGO BRANDONI Sedimentología, estratigrafía y edad de la Formación Ituzaingó en la provincia de Entre Ríos, Argentina.....	13
MARIANA BREA, ALEJANDRO F. ZUCOL y MARÍA JIMENA FRANCO Paleoflora de la Formación Paraná (Mioceno Tardío), Cuenca Chaco-Paranaense, Argentina	28
MARÍA JIMENA FRANCO, MARIANA BREA, OSCAR ORFEO y ALEJANDRO F. ZUCOL La paleoflora de la Formación Ituzaingó, Argentina	41
LEANDRO M. PÉREZ, MIGUEL GRIFFIN y MIGUEL MANCENÍDO Los macroinvertebrados de la Formación Paraná: historia y diversidad de la fauna bentónica del Mioceno marino de Entre Ríos, Argentina.....	56
ALBERTO L. CIONE, DANIEL A. CABRERA, MARÍA DE LAS MERCEDES AZPELICUETA, JORGE R. CASCIOTTA y MARÍA JULIA BARLA Peces del Mioceno marino y continental en Entre Ríos, Oriente central de Argentina.....	71
PAULA BONA, DOUGLAS RIFF y ZULMA GASPARINI Los Alligatoridae del Mioceno Tardío de Argentina: el registro más austral de cocodrilos neógenos en América del Sur	84
JUAN M. DIEDERLE y JORGE I. NORIEGA Las aves del Mioceno de la provincia de Entre Ríos, Argentina.....	97
FRANCISCO J. GOIN, JORGE I. NORIEGA y MARTÍN DE LOS REYES Los Metatheria (Mammalia) del “Mesopotamiense” (Mioceno Tardío) de la Provincia de Entre Ríos, Argentina, y una reconsideración de <i>Philander entrerianus</i> (Ameghino, 1899).....	109
GUSTAVO J. SCILLATO-YANÉ, FLÁVIO GÓIS, ALFREDO E. ZURITA, ALFREDO A. CARLINI, LAUREANO R. GONZÁLEZ RUIZ, CECILIA M. KRMPOTIC, CRISTIAN OLIVA y MARTÍN ZAMORANO Los Cingulata (Mammalia, Xenarthra) del “Conglomerado osífero” (Mioceno Tardío) de la Formación Ituzaingó de Entre Ríos, Argentina.....	118
DIEGO BRANDONI Los Tardigrada (Mammalia, Xenarthra) del Mioceno Tardío de Entre Ríos, Argentina.....	135
GABRIELA I. SCHMIDT y ESPERANZA CERDEÑO Los ungulados nativos (Litopterna y Notoungulata: Mammalia) del “Mesopotamiense” (Mioceno Tardío) de Entre Ríos, Argentina	145

NORMA L. NASIF, ADRIANA M. CANDELA, LUCIANO RASIA, M. CAROLINA MADOZZO JAÉN y RICARDO BONINI Actualización del conocimiento de los roedores del Mioceno Tardío de la Mesopotamia argentina: aspectos sistemáticos, evolutivos y paleobiogeográficos.....	153
LEOPOLDO H. SOIBELZON y MARIANO BOND Revisión de los carnívoros (Carnivora, Mammalia) acuáticos y continentales del Mioceno de la Mesopotamia argentina	170
DIEGO BRANDONI Los mamíferos continentales del “Mesopotamiense” (Mioceno Tardío) de Entre Ríos, Argentina. Diversidad, edad y paleobiogeografía.....	179
DANIEL PEREA, ANDRÉS RINDERKNECHT, MARTÍN UBILLA, ENRIQUE BOSTELMANN y SERGIO MARTÍNEZ Mamíferos y estratigrafía del Neógeno de Uruguay	192
ANA MARIA RIBEIRO, RICHARD HAROLD MADDEN, FRANCISCO RICARDO NEGRI, LEONARDO KERBER, ANNIE SCHMALTZ HSIOU y KAREN ADAMI RODRIGUES Mamíferos fósiles y biocronología en el suroeste de la Amazonia, Brasil.....	207

PRÓLOGO



En el año 2000, los doctores Florencio Aceñolaza y Rafael Herbst editaron *El Neógeno de Argentina*, importante publicación en la que se discutieron diferentes aspectos de la geología y paleontología de la Mesopotamia argentina. Diez años más tarde, decidimos compendiar la información generada en diversas fuentes (Tesis doctorales, artículos, resúmenes, proyectos de investigación) desde aquella contribución en adelante, invitando a los autores a participar del Simposio “Paleontología y Biocronología del Terciario Superior de la Mesopotamia”, en el marco del X Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y VII Congreso Latinoamericano de Paleontología realizado en la ciudad de La Plata durante 2010. A posteriori del citado evento, decidimos plasmar los avances en el abordaje de los temas y los resultados alcanzados por las nuevas revisiones, en la edición de esta Publicación Especial de la Asociación Paleontológica Argentina.

El Neógeno de la Mesopotamia argentina reúne 15 contribuciones que versan sobre la geología, estratigrafía, cronología y paleobiodiversidad de las formaciones Paraná e Ituzaingó, aflorantes en el área mesopotámica; pero además incluye otros dos artículos sobre la diversidad de mamíferos fósiles del Neógeno de Brasil y Uruguay, regiones vecinas con innegables afinidades faunísticas con la Mesopotamia a lo largo de la historia geológica.

Entendemos que esta contribución, tal como lo fue para nosotros el tradicional trabajo de Aceñolaza y Herbst, debe considerarse como un nuevo punto de partida o hito para incrementar los estudios geopaleontológicos del área mesopotámica. Desde esta visión, *El Neógeno de la Mesopotamia argentina* no agota el estudio de los temas sino, por el contrario, constituye una actualización del conocimiento y una indicación de lo que aún resta por hacer.

Como editores deseamos expresar nuestro agradecimiento a los autores y árbitros de las distintas contribuciones; a la Asociación Paleontológica Argentina por el auspicio; al Comité Editor de *Ameghiniana* por colaborar en la edición de los artículos; al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica por el financiamiento de la publicación.



Diego Brandoni y Jorge I. Noriega, Editores
Diamante, Entre Ríos, Argentina, noviembre de 2013

NUEVO APORTE AL CONOCIMIENTO DE LA EDAD DE LA FORMACIÓN PARANÁ, MIOCENO DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA



LEANDRO M. PÉREZ

División Paleozoología Invertebrados, Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Paseo del Bosque s/n., B1900FWA La Plata, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). pilosaperez@gmail.com

Resumen. La sucesión sedimentaria de la Formación Paraná que aflora en la localidad de Punta Gorda Sur está compuesta mayormente por sedimentos silicoclásticos (areniscas finas y pelitas) con niveles bioclásticos que incluyen especímenes de la fauna característica de la unidad. En la sección analizada se halla bien preservada la asociación de invertebrados más rica de la Formación Paraná. La fauna asociada y los rasgos paleoecológicos reconocidos en los especímenes recuperados, sumados a la información proveniente de los niveles estratigráficos aflorantes corresponden a una fauna bentónica de un ambiente marino litoral de aguas cálidas. Un espécimen del bivalvo *Leopecten oblongus* (Philippi, 1893) se utilizó para efectuar una datación mediante el método isotópico $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, arrojando una edad de 9,47 Ma (Tortoniano, Mioceno Tardío).

Palabras clave. Edad $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. Formación Paraná. Mioceno Tardío. Entre Ríos. Argentina.

Abstract. A NEW CONTRIBUTION TO THE AGE OF THE PARANÁ FORMATION, MIOCENE OF ENTRE RIOS PROVINCE, ARGENTINA. The sedimentary succession of the Paraná Formation exposed at the Punta Gorda Sur locality is mostly comprised of siliciclastic sediments (fine sandstones and mudstones) with bioclastic levels including specimens of the fauna characteristic of the unit. The analyzed section carries a well-preserved invertebrate association, the most diverse one in the Paraná Formation. The associated fauna and paleoecological features recognized in the specimens recovered –together with the information from the outcropping stratigraphic levels– suggest a benthic fauna of a warm-water coastal marine environment. A specimen of the bivalve *Leopecten oblongus* (Philippi, 1893) yielded a $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ isotopic age of 9.47 Ma (Tortonian, Late Miocene).

Key words. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ age. Paraná Formation. Late Miocene. Entre Ríos. Argentina.

El conocimiento de los terrenos terciarios de la República Argentina ha sido, desde comienzos del siglo XIX, un tema central en los estudios paleontológicos desarrollados en el país. En la provincia de Entre Ríos, a lo largo de la margen izquierda del río Paraná se exponen las llamadas “Barrancas del Paraná” entre las ciudades de La Paz (al norte) y Victoria (al sur). El Neógeno marino entrerriano es conocido en la literatura bajo diversas denominaciones, tales como *Grès marin* (d’Orbigny, 1842); *tertiary strata with marine shells* (Darwin, 1846); Terrenos marinos del Paraná (Bravard, 1858); *Tertiärformation von Parana* (Burmeister, 1858); Piso Paranense y Piso Patagónico (Döering, 1882); *Paraná-Stufe* (Borchert, 1901); Formación Entrerriana (Ameghino, 1906; Kantor, 1925); Entrerriense, Paranense cuspidal, Entrerriense, Rionegrense marino (Frenguelli, 1920); Formación Entrerriana (Cordini, 1949); Formación Paraná (Camacho, 1967; Yrigoyen, 1969; Aceñolaza, 1976; Herbst y Zabert, 1987).

Esta unidad está compuesta por acumulaciones de sedimentos silicoclásticos (arenas y pelitas) y contiene en

sus capas superiores una importante concentración de bioclastos formados por restos de organismos marinos y en menor medida continentales. En conjunto, esta formación aflora en superficie con secciones de escaso espesor y de forma saltuaria, con capas que llegan a estar muy cementadas por compuestos carbonáticos. Estas últimas concentran la mayor diversidad fósil de la unidad y fueron desde un comienzo el material de estudio del Neógeno de la Mesopotamia

A partir de las primeras investigaciones la edad de la Formación Paraná fue muy cuestionada, por lo que sobre la base de la fauna de invertebrados Philippi (1893) la asignó al Eoceno, en tanto que Borchert (1901) la consideró como del Plioceno, al igual que Bidegain (1993) a partir del estudio paleomagnético. Von Ihering (1897, 1907, 1914), a partir del material ya analizado y publicado por Borchert, dedujo una edad miocena temprana, al igual que Ameghino (1906). Frenguelli (1920) en cambio consideró que los sedimentos habían sido acumulados entre el Mioceno superior y el Plioceno. En trabajos más recientes

tes, Aceñolaza (2000) propuso que la unidad pudo ser originada en el Oligoceno superior o a partir del Mioceno inferior-medio (Aceñolaza y Aceñolaza, 2000; Aceñolaza y Sprechmann, 2002). Por otro lado, del Río (1988, 1990, 1991, 2000) le asignó una edad miocena media en tanto que Marengo (2000), a partir del estudio de la microfauna de invertebrados, concluyó que podría ser miocena media-tardía. En otros trabajos los autores propusieron que la acumulación de la Formación Paraná había sido originada en el Mioceno superior, basándose en el estudio del registro fósil de invertebrados (Carral Tolosa, 1942; Camacho, 1967; Martínez Chiappara, 1994; Martínez y del Río, 2005), de microfósiles vegetales (Rossi de García, 1967; Zabert y Herbst, 1977; Zabert, 1978; Zucol y Brea, 2000), de la asociación de vertebrados (Cione, 1978; Cione *et al.*, 2000, 2008, 2012; Pérez *et al.*, 2011) y de microfósiles de invertebrados (Marengo, 2000).

En cuanto a las relaciones faunísticas, la Formación Paraná está vinculada con la Formación Camacho (Martínez Chiappara, 1994; Martínez y del Río, 2002, 2005; Martínez Chiappara *et al.*, 1998; del Río y Martínez Chiappara, 1998a,b) y en menor medida con la Formación Puerto Madryn (del Río, 1992, 1994, 2000, 2004; del Río *et al.*, 1998a,b), ya que comparten diferentes taxones de macroinvertebrados, como así también rasgos del ambiente depositacional. Por otro lado, en relación al ambiente depositacional, Iriondo (1973) consideró que la secuencia refleja la depositación de materiales en un ambiente nerítico proximal. Asimismo y en el mismo contexto, Aceñolaza (2000, fig. 6), Aceñolaza y Aceñolaza (2000, fig. 3) y Aceñolaza y Sprechmann (2002) reconocieron niveles de calizas interpretados como parte de una “barrera arrecifal”.

El presente aporte tiene como objetivo contribuir con un nuevo dato sobre la edad de la Formación Paraná. Sobre la base de los resultados obtenidos de la relación isotópica $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, identificada en un espécimen de *Leopecten oblongus* (Philippi, 1893) proveniente de la localidad de Punta Gorda Sur, este trabajo aporta nuevos conocimientos sobre la edad de la unidad estratigráfica.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para la determinación isotópica, fue seleccionado el material en la localidad de Punta Gorda Sur (PGS) 32°04'15"S, 60°39'11"O (Pérez *et al.*, 2013, fig. 1). En dicha localidad se realizó un perfil estratigráfico tipo Selley a una escala 1:100 (Fig. 1), describiéndose la sucesión es-

tratigráfica y la caracterización de la roca a escala microscópica de la capa portadora de la asociación fósil.

Para el análisis petrográfico de la roca (CD-PGS) se confeccionaron secciones delgadas, las cuales fueron analizadas con un microscopio petrográfico Nikon Eclipse E200 con cámara fotográfica Leica DFC290 HD. Las imágenes fueron capturadas con el programa *Leica Application Suite V3* versión 3.5.

Abreviaturas. s/a, sin analizador; c/a, con analizador.

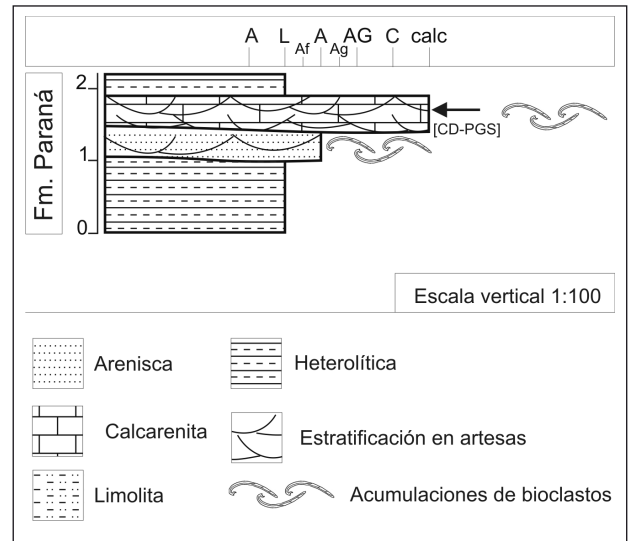


Figura 1. Columna estratigráfica de la localidad Punta Gorda Sur (PGS). Escala 1:100. En el perfil se indica con una flecha el estrato donde fue recolectado el espécimen de *L. oblongus* utilizado para la datación indirecta de la capa por la relación de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$.

La relación $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ obtenida del carbonato biogénico (Tabla 1), fue medida en una valva de *Leopecten oblongus* (Philippi, 1893) (Bivalvia, Pectinidae), recolectada en la capa superior de la sección de Punta Gorda Sur (Figs. 1, 2.1). La muestra fue procesada por *Activation Laboratories (Actlabs)* N° A10-0162, Ontario, Canadá. El Rb y Sr fueron separados utilizando técnicas de intercambio catiónico convencionales. El análisis se realizó en el *multi-collector mass-spectrometer (TIMS)* en modo estático y la muestra previamente fue tratada con los compuestos químicos requeridos por la técnica del método. Durante el período de trabajo la medida de Sr-estándar ponderada fue 15 SRM-987. La referencia de valores de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ reproducibilidad a largo plazo NBS-987 es $0,710238 \pm 0,000018$. El valor de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ fue convertido a edad numérica SIS (*Strontium Isotope Stratigraphy Look-Up Table Version 3:10/99* (Mc Arthur *et al.*, 2001).

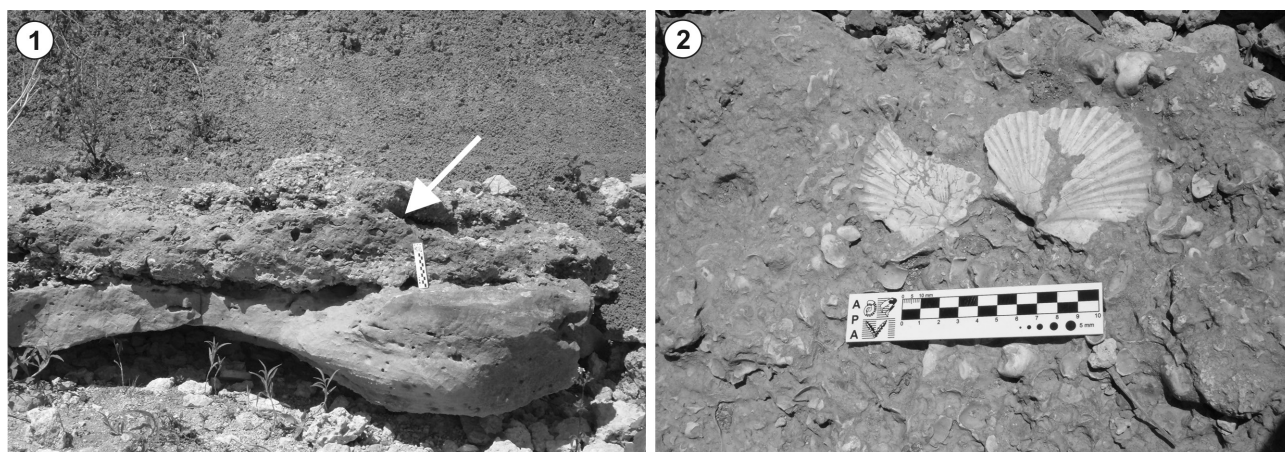


Figura 2. Sección Punta Gorda Sur. **1**, vista general de la sección en el sitio con el nivel bioclástico completamente expuesto (flecha); **2**, detalle de la concentración fósil hallada en la localidad, en la que se puede observar una valva izquierda de un espécimen de *L. oblongus* (Philippi, 1893). En la imagen se puede apreciar una marcada densidad de individuos y el buen estado de preservación de los materiales.

DESCRIPCIÓN DE LA SECCIÓN DE PUNTA GORDA SUR

Una de las secciones más representativa de la Formación Paraná se encuentra en la localidad de Punta Gorda Sur, la cual puede considerarse un buen ejemplo para caracterizar la unidad estratigráfica. En este sitio se expone una sección de 2 metros de espesor extendida por un área de entre 80 a 100 metros sobre el margen izquierdo del río Paraná (Muravchik *et al.*, 2004). El sitio contiene la mayor riqueza de invertebrados bentónicos conocida para la unidad (ver Pérez *et al.*, 2013), conteniendo un total de 29 taxones de los 67 identificados para la unidad.

La sección estratigráfica (Fig. 1) está conformada de base a techo por un metro de sedimentos heterolíticos (limos y arenas finas) mayormente masivos o con una tenue laminación horizontal y coloración parda a verdosa. Sobre este, y de forma discordante, se disponen dos cuerpos arenosos lentiformes con bioclastos. La capa inferior, de naturaleza silícea, consiste en una calcarenita amarillenta compuesta por individuos bien seleccionados, redondeados a subredondeados y que presenta una marcada estratificación en artesa y escasos restos orgánicos aislados. Sobre este nivel se dispone un nivel bioclástico con base erosiva, que porta una concentración densa de restos de invertebrados que conforman una roca (coquina) muy cementada (Fig. 2.1–2). Este último está conformado por una arena de granulometría mediana a gruesa compacta y porosa, con abundante material bioclástico en buen estado de preservación. En la capa, los individuos se disponen de forma caótica, mostrando un empaquetamiento

denso con especímenes conservados con los esqueletos mayormente completos y carentes de signos de desgaste y fragmentación.

Las características petrográficas de la roca bioclástica permiten corroborar el buen estado del material carbonático de las conchillas, el material detrítico y la marcada cementación carbonática de la roca (Fig. 3.1–2). La sección culmina con una capa delgada de material heterolítico similar al descrito para la base de la sección.

Los taxones de invertebrados registrados en esta localidad e icnotaxones identificados en relación con el material clástico y los bioclastos están resumidos en Pérez *et al.* (2013, tab. 1).

Las características observadas en esta concentración permiten reconocer un transporte breve del material desde el área fuente, siendo una acumulación de tipo parautoctona que reúne especímenes que habitaron el litoral marino y zonas algo más profundas (Pérez, 2013). Los rasgos tafonómicos identificados en los ejemplares indicarían que el material fue depositado en un episodio súbito que reunió organismos de diferentes ambientes, mezclando los taxones en una misma capa.

DISCUSIÓN

La ingresión del mar paranaense tiene su origen en la transgresión marina del Mioceno que cubrió parte del territorio entrerriano, llegando a registrarse en el NO de la provincia, con restos de macroinvertebrados (d'Orbigny, 1842; Pérez *et al.*, 2010) en las proximidades de la ciudad de La Paz. Con el fin de sumar nuevos conociemien-

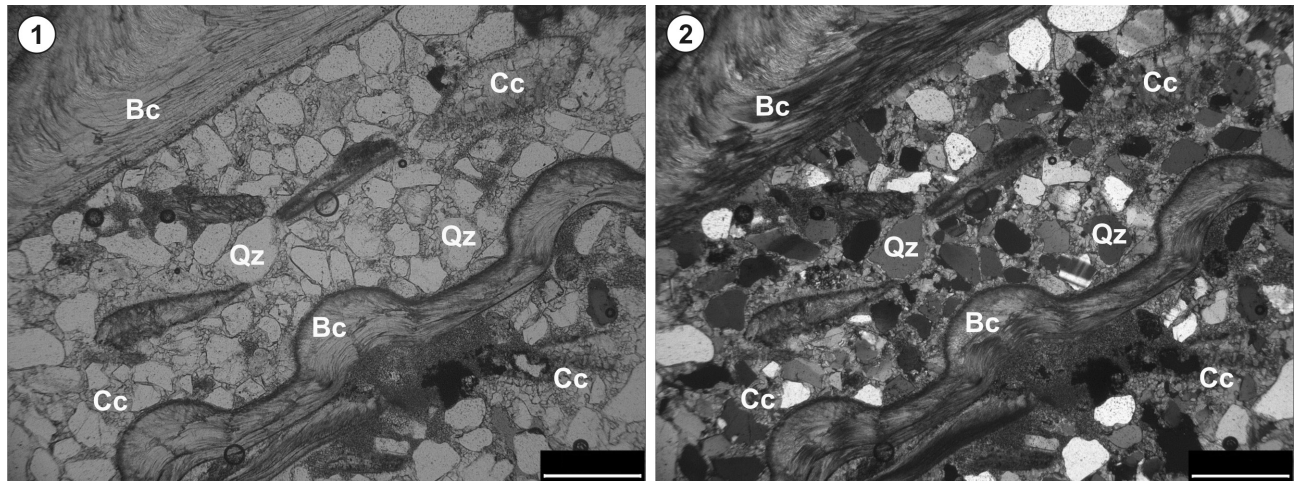


Figura 3. CD-PGS, corte delgado del nivel fosilífero del sitio PGS. **1**, imagen del corte petrográfico (*s/a*), se pueden observar el material detrítico que compone la roca; **2**, imagen (*c/a*) que permite distinguir los clastos silíceos de Cuarzo (**Qz**) subangulosos, los fragmentos de bioclastos (**Bc**) sin alteración aparente, y el cemento carbonático (**Cc**), depositado como esparita en los espacios libres de material clástico. Escala, 500 µm.

tos sobre la edad de la unidad, se analizó un ejemplar de *L. oblongus* tomado del nivel fosilífero de sitio PGS, con el sentido indirecto de datar la capa mediante el método isotópico del $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$. El material utilizado se encontraba preservado en buenas condiciones al igual que el resto de los especímenes del estrato hospedante, esta condición se observó macrosópicamente en el campo y microscópicamente en la sección delgada de roca del estrato portador (Fig. 3.1–2). La composición de la roca indica que los clastos detríticos son mayormente silicoclásticos, teniendo un importante aporte de bioclastos provenientes de los esqueletos de invertebrados (principalmente moluscos). Estos clastos se observaron reunidos con una matriz arenosa muy cementada por compuesto carbonático. Por otro lado, el buen estado de preservación de los bioclastos (Bc) se evidencia en las fibras de calcita que conformaban la valva, donde se puede corroborar en la imagen petrográfica la ausencia de signos de alteración y recristalización del material, apoyando la correcta selección de la pieza para el análisis geoquímico en este sitio.

En la Tabla 1 se resumen los datos geoquímicos de la relación de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ de la muestra N° A10-0162. La edad inferida con un 95 % de certeza indicaría que la deposi-

ción del estrato ocurrió alrededor de los 9,47 Ma. Este valor indirecto, obtenido a través del análisis del espécimen de *L. oblongus* recuperado en el nivel, apoya la idea de una depositación de la unidad (al menos el segmento expuesto en superficie) durante el Mioceno Tardío, siempre teniendo en cuenta las limitaciones y alcances del dato conseguido. En este sentido, el resultado obtenido en el análisis isotópico de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, representaría la primera referencia utilizando este método geoquímico. Si bien se cuenta con un único dato hasta el momento, lo que requiere confirmación a través de nuevas dataciones, el valor obtenido permite orientar futuros estudios isotópicos que apunten a confirmar la edad de la unidad. Este mismo método fue utilizado para datar la Formación Puerto Madryn (Scasso *et al.* 2001) arrojando en esa ocasión una edad cercana los 10 Ma, muy similar a la calculada en el presente trabajo. Por otro lado la Formación Camacho, también se encuentra estrechamente relacionada con la Formación Paraná, y en ésta el único fechado $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ conocido indica una edad Burdigaliense (Mioceno Temprano), correspondiente a edades absolutas de 17–18 Ma (Sprechman *et al.*, 2010), resultando considerablemente más antigua que el valor calculado para la Formación Paraná.

Punta Gorda Sur	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	+/-2s	Edades límites (95% confianza)	Edad (Ma)
N° A10-0162	0,708902	0,000009	9,14–9,80	9,47

Tabla 1. En la tabla se expresan los valores obtenidos de $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ con sus límites y la edad calculada para la sección de PGS.

En cuanto a las características tafonómicas de la concentración fósil de Punta Gorda Sur, la tanatocenosis reúne una acumulación parautóctona, la cual refleja una promediación de las características paleoambientales de los organismos que la componen, al coexistir en una misma capa organismos con requerimientos ecológicos muy dispares. De todos modos, las características ecológicas observadas en el registro de los taxones hallados en Punta Gorda Sur (balánidos, briozoos y equinodermos, entre otros) apoyan el modelo propuesto por Iriondo (1973) para la Formación Paraná, es decir originada en un mar somero con salinidad normal.

Finalmente, sobre la base del resultado arrojados por el análisis isotópico se apoya la idea de una edad miocena tardía (Tortoniano; cf. Gradstein *et al.*, 2012), este dato geocronológico es congruente con estudios previos (Cione *et al.*, 2000; Martínez y del Río, 2005; Pérez *et al.*, 2011; Cione *et al.*, 2012; entre otros) basados en el registro fósil de vertebrados e invertebrados hallado en la unidad estratigráfica.

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a los revisores A.L. Cione y E. Brunetto, por sus correcciones y sugerencias sobre el artículo original. También quiero agradecer a mis directores de tesis M.O. Manceñido y M. Griffin, por acompañarme en todo el desarrollo de mi carrera de doctorado. Además, me gustaría agradecer a mis amigos y colegas de campo P. Bona y D. Tineo, por su ayuda desinteresada. Al Dr. S. Casadío por su apoyo y sugerencias respecto de la información del manuscrito y muy especialmente, a los editores del presente volumen, Drs. D. Brandoni y J.I. Noriega por su infinita paciencia y comprensión. Finalmente, quiero agradecer a las siguientes instituciones: Museo de Ciencias Naturales y Antropología "Prof. Antonio Serrano", Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET, Centro de Investigaciones Científicas y de Transferencia Tecnológica a la Producción CICYTTP, IAS (*International Association of Sedimentologists*), Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, Universidad Nacional de La Plata, Universidad Nacional de La Pampa, por el apoyo institucional y/o financiero a las investigaciones en la Formación Paraná.

BIBLIOGRAFÍA

Aceñolaza, F.G. 1976. Consideraciones bioestratigráficas sobre el Terciario marino de Paraná y alrededores. *Acta Geológica Lilloana* 13: 91–108.

Aceñolaza, F.G. 2000. La Formación Paraná (Mioceno medio): estratigrafía, distribución regional y unidades equivalentes. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica* 14: 9–27.

Aceñolaza, F.G. y Aceñolaza, G.F. 2000. Trazas fósiles del Terciario marino de Entre Ríos (Formación Paraná, Mioceno Medio), República Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 64: 209–233.

Aceñolaza, F. y Sprechmann, P. 2002. The Miocene marine transgression in the meridional Atlantic of South America. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen*. 225: 75–84.

Ameghino, F. 1906. Les formations sédimentaires du Crétacé supérieur et du Tertiaire de Patagonie avec une parallèle entre leurs faunes mammalogiques et celles de l'ancien continent. *Anales del Museo Nacional de Historia Natural* (3ra. Serie) 15: 1–568.

Bidegain, J.C. 1993. Primeros análisis paleomagnéticos en sedimentos del Cenozoico tardío en las márgenes del río Paraná. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 48: 247–256.

Borchert, A. 1901. Die Molluskenfauna und das Alter der Paraná-Stufe. En: G. von Steimann (Ed.), "Beiträge zur Geologie und Paläontologie von Südamerika", IX. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 14: 171–245 (apartado 14: 5–78).

Bravard, A. 1858. Monografía de los terrenos terciarios del Paraná. (Reimpresión facsimilar) Imprenta del Congreso de la Nación, Buenos Aires, 1995, V-XII + 107 p.

Burmeister, H. 1858. Ueber die Tertiärformation von Parana. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 10: 423–432.

Camacho, H.H. 1967. Fascículo III. Invertebrados. En: A.B. Borrello (Ed.), *Paleontografía Bonaerense. Comisión de Investigación Científica* (Buenos Aires), La Plata, 159 p.

Carral Tolosa, E. Whanish de. 1942. Nota sobre los moluscos procedentes de la perforación Monte Veloz (Buenos Aires). *1er Congreso Panamericano de Minería y Geología* (Buenos Aires, 1942) *Anales* 2: 562–579.

Cione, A.L. 1978. Aportes paleoictiológicos al conocimiento de la evolución de las paleotemperaturas en el área austral de América del Sur durante el Cenozoico. Aspectos zoogeográficos conexos. *Ameghiniana* 15: 183–208.

Cione, A.L., Azpelicueta, M., Bond, M., Carlini, A., Casciotta, J., Cozzuol, M.A., de la Fuente, M., Gasparini, Z., Goin, F., Noriega, J., Scillato-Yané, G.J., Soibelzon, L., Tonni, E., Verzi, D. y Vucetich, M.G. 2000. Miocene vertebrates from Entre Ríos province, eastern Argentina. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica* 14: 191–237.

Cione, A.L., Mennucci, J., Pérez, L.M. y Barla, M.J. 2008. *Megascyliorhinus trelewensis* (Neoselachii) in the ?Middle-Upper Miocene of Paraná, Central Eastern Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino III. Miscelánea* 17: 41–48.

Cione, A.L., Cabrera, D.A. y Barla, M.J. 2012. Oldest record of the Great White Shark (Lamnidae, Carcharodon; Miocene) in the Southern Atlantic. *Geobios* 45: 167–172.

Cordini, I. 1949. Contribución al conocimiento de la geología de Entre Ríos. *Dirección General de Industria Minera*, Anales 2, Buenos Aires, 87 p.

Darwin, C.R. 1846. Geological observations on South America. Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. Fitzroy, R.N. During the years 1832 to 1836. Smith, Elder & Co., Londres. 279 p.

del Río, C.J. 1988. Bioestratigrafía y Cronoestratigrafía de la Formación Puerto Madryn (Mioceno medio) - Provincia del Chubut - Argentina. *Anales de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 40: 231–254.

del Río, C.J. 1990. Composición, origen y significado paleoclimático de la malacofauna "Enterriense" (Mioceno medio) de la Argentina. *Anales Academia Nacional de Ciencias Exactas Físicas y Naturales* 42: 205–224.

del Río, C.J. 1991. Revisión sistemática de los bivalvos de la Formación Paraná (Mioceno medio) provincia de Entre Ríos-Argentina.

- Monografía de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 7: 11–93.
- del Río, C.J. 1992. Middle Miocene Bivalves of the Puerto Madryn Formation, Valdés Peninsula, Chubut Province, Argentina (Nuculidae-Pectinidae). *Palaeontographica A*, Part 1, 225: 1–57.
- del Río, C.J. 1994. Middle Miocene Bivalves of the Puerto Madryn Formation, Valdés Peninsula, Chubut Province, Argentina (Lucinidae-Pholadidae). *Palaeontographica A*, Part 2, 231: 93–132.
- del Río, C.J. 2000. Malacofauna de las Formaciones Paraná y Puerto Madryn (Mioceno marino, Argentina): su origen, composición y significado bioestratigráfico. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (Ed.), *El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica* 14: 77–101.
- del Río, C.J. 2004. Relaciones biogeográficas entre los moluscos del Mioceno Tardío y Reciente del Atlántico sudoccidental. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino. Miscelánea* 12: 5–12.
- del Río, C.J. y Martínez Chiappara, S.A. 1998a. I - El Mioceno marino en la Argentina y en el Uruguay. En: C.J. del Río (Ed.), *Monografía de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* N° 15: 6–25.
- del Río, C.J. y Martínez Chiappara S.A. 1998b. II - Clase Bivalvia Linné, 1758. En: C.J. del Río (Ed.), *Monografía de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* N° 15: 48–83.
- d'Orbigny, A. 1842. *Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la République Argentine, la Patagonie, la République du Chili, la République de Bolivie, la République du Pérou), exécuté pendant les années 1826–1833, Tome 3, 4^{ème} part, Paléontologie*. P. Bertrand, Paris, 188 p.
- Döering, A. 1882. *Informe oficial de la comisión científica agregada al Estado Mayor General de la Expedición al Río Negro (Patagonia) realizada en los meses de Abril, Mayo y Junio de 1879, bajo las órdenes del General D. Julio A. Roca. Parte 3 (Geología)*. Imprenta de Otwald y Martínez, Buenos Aires, p. 300–530.
- Frenguelli, J. 1920. Contribución al conocimiento de la geología de Entre Ríos. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 24: 55–256.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M. y Ogg, G. 2012. *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier Science Ltd., p. 1–1176.
- Herbst, R. y Zabert L.L. 1987. Microfauna de la Formación Paraná (Mioceno Superior) de la Cuenca Chaco-Paranaense (Argentina). *Facena* 7: 165–206.
- Ihering, H.I. von. 1897. Os Molluscos dos terrenos terciarios da Patagonia. *Revista do Museu Paulista* 2: 217–382.
- Ihering, H.I. von. 1907. Les Mollusques Fossiles du tertiaire et du Crétacé Supérieur de l'Argentine. *Anales del Museo Nacional de Buenos Aires* serie 3: 611 p.
- Ihering, H.I. von. 1914. Catalogo de Molluscos cretaceos e terciarios da Argentina da collecção do auctor. *Revista do Museu Paulista* 1: 4–113.
- Iriondo, M.A. 1973. Análisis ambiental de la Formación Paraná en su área tipo. *Boletín de la Asociación Geológica Argentina* 2: 19–23.
- Kantor, M. 1925. La Formación Entrerriana. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 50: 35–66.
- Marengo, M.G. 2000. Rasgos micropaleontológicos de los depósitos de la transgresión Entrerriense-Paranaense en la cuenca Chaco-Paranaense y Noroeste Argentino. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica* 14: 29–45.
- Martínez Chiappara, S.A. 1994. *[Bioestratigrafía (Invertebrados) de la Formación Camacho (Mioceno, Uruguay)]*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 346 p.]
- Martínez Chiappara S.A., del Río, C.J. y Reichler, V. 1998. II - Clase Gastropoda Cuvier, 1797. En: C.J. del Río (Ed.), *Moluscos marinos Miocenos de la Argentina y del Uruguay. Monografía de la Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales* 15: 26–48.
- Martínez, S.A. y del Río, C.J. 2002. Las provincias malacológicas miocenas y recientes del Atlántico sudoccidental. *Anales de Biología* 24: 121–130.
- Martínez, S.A. y del Río, C.J. 2005. Las intrusiones marinas del Neógeno en el sur de Entre Ríos (Argentina) y Litoral Oeste de Uruguay y su contenido malacológico. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino II, Miscelánea* 14: 13–26.
- Mc Arthur, J.M., Howarth, R.J. y Bailey, T.R. 2001. Strontium isotope stratigraphy: LOWESS version 3: best fit to the marine Sr-isotope curve for 0–509 Ma and accompanying look-up table for deriving numerical age. *The Journal of Geology* 109: 155–169.
- Muravchik, M., Griffin, M. y Pérez, L.M. 2004. Bryozoans from the Paraná Formation (Miocene), in Entre Ríos Province, Argentina. *Ameghiniana* 41: 3–12.
- Pérez, L.M. 2013. *[Sistemática, Tafonomía y Paleocología de los Invertebrados de la Formación Paraná (Mioceno), provincia de Entre Ríos, Argentina]*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, 403 p.]
- Pérez, L.M., Genta Iturrería, S.F. y Griffin, M. 2010. Paleocological and paleobiogeographic significance of two new species of bivalves in the Paraná Formation (late Miocene) of Entre Ríos province, Argentina. *Malacologia* 53: 61–76.
- Pérez, L.M., Cione, A.L., Cozzuol, M. y Varela, A.N. 2011. A sperm whale (Cetacea: Physteroidea) from the Paraná Formation (late Miocene) of Entre Ríos, Argentina. *Environment and Taphonomy. Ameghiniana* 48: 648–654.
- Pérez, L.M., Griffin, M. y Mancañido, M.O. 2013. Los macroinvertebrados de la Formación Paraná: Historia y diversidad de la fauna bentónica del Mioceno marino de Entre Ríos, Argentina. En: D. Brandoni y J.I. Noriega (Eds.), *El Neógeno de la Mesopotamia argentina. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 14: 56–70.
- Philippi, R.A. von. 1893. Descripción de algunos fósiles Terciarios de la República Argentina. *Anales del Museo Nacional de Chile, Tercera sección, Mineralogía, Geología, Paleontología* 1893: 2–15.
- Rossi de García, E. 1967 [1966]. Contribución al conocimiento de los Ostrácodos de la Argentina. I Formación Entre Ríos, de Victoria. Provincia de Entre Ríos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 21: 194–208.
- Scasso, R.A., Mc Arthur, J.M., del Río, C.J., Martínez, S. y Thirlwall, M.F. 2001. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr Late Miocene age of fossil molluscs in the “Entrerriense” of the Valdés Peninsula (Chubut, Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 14: 319–329.
- Sprechmann, P., Gaucher, C. y Frei, R. 2010. Identificación del Burdigaliense (Mioceno temprano) en ostreidos procedentes de afloramientos de la Formación Camacho de Uruguay datados con ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr. *10^{mo} Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 7^{mo} Congreso Latinoamericano de Paleontología* (La Plata, 2010), *Actas* 1: 106.
- Yrigoyen, M.R. 1969. Problemas estratigráficos del Terciario de Argentina. *Ameghiniana* 6: 315–329.
- Zabert, L.L. 1978. Micropaleontología de la Formación Paraná (Mioceno superior) en el subsuelo de la provincia de Santa Fe, República Argentina. *Facena* 2: 101–165.
- Zabert, L.L. y Herbst, R. 1977. Revisión de la microfauna miocena de la Formación Paraná (entre Victoria y Villa Urquiza, Provincia de Entre Ríos, Argentina) con algunas consideraciones estratigráficas. *Facena* 1: 131–174.
- Zucol, A. y Brea, M. 2000. Análisis fitolítico de la Formación Paraná en la provincia de Entre Ríos. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (Eds.), *El Neógeno de Argentina. Serie Correlación Geológica* 14: 67–76.