



XX CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
GEOLOGÍA, PRESENTE Y FUTURO
Agosto de 2017 | San Miguel de Tucumán



SIMPOSIO 9

**El Paleógeno de América del
Sur: Avances en el
Conocimiento de la evolución
Paleogeográfica y de la Biota y
su Contexto Cronológico**

Coordinadores

**CECILIA DEL PAPA
JUDITH BABOT**



PALEOSOL-BASED PALEOCLIMATE RECONSTRUCTION OF THE PALEOCENE EOCENE THERMAL MAXIMUM, NORTHERN ARGENTINA

Elizabeth ANDREWS¹, Timothy WHITE², Cecilia DEL PAPA³

¹Department of Geosciences, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802.

²Earth and Environmental Systems Institute, The Pennsylvania State University, University Park, PA 16802.

³CICTERRA -F. C. E. F y N., CONICET-Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA, Córdoba, Argentina.

RESUMEN

En esta contribución se presentan los resultados del estudio de paleosuelos en la Cuenca del Grupo Salta con el fin de reconstruir tasas de paleo-precipitaciones y paleo-temperaturas medias anuales previas, durante y posterior al tránsito Paleoceno-Eoceno. Se utilizaron isótopos de carbono para identificar el horizonte de Máximo Termal del Paleoceno-Eoceno (PETM) y para reconocer perturbaciones del ciclo global del carbono durante este intervalo. Los multi-indicadores de paleo-precipitaciones señalan aprox. 1500 mm anuales de precipitaciones e incrementos de temperaturas de aprox. 5°C con respecto a los valores anteriores a este límite. Asimismo los datos de isótopos de carbono registran tres incursiones negativas durante el intervalo de PETM sugiriendo la posibilidad de tres eventos de liberación de carbón isotópicamente empobrecido dentro del sistema atmósfera-oceano.

ABSTRACT

The Paleocene-Eocene Thermal Maximum (PETM) is a well-documented, relatively short-lived, warm episode in Earth history. Previous studies completed on marine and continental strata spanning the PETM have focused on understanding the magnitude of warming and other atmospheric changes. These studies, completed largely in the Northern Hemisphere, report warming that ranged from 4-8°C above mean annual paleotemperatures prior to warming. In this study, paleosols in the Salta Basin, northern Argentina, are used to reconstruct paleoprecipitation rates and mean annual paleotemperatures of the Southern Hemisphere from before, during and after the PETM. Carbon isotope data are used to: 1) identify the horizon in which the PETM and other Eocene hyperthermals are recorded; and, 2) to interpret perturbations of the global carbon cycle during the PETM. At the height of the PETM, paleoprecipitation proxies indicate ~1500 mm of annual rainfall and a temperature increase of ~5°C from pre-PETM values. Carbon isotope data records three negative carbon isotope excursions during the PETM in this region, suggesting the possibility of three distinct, rapid releases of isotopically depleted carbon into the ocean-atmosphere system. The results presented here are one of only a few paleoclimate reconstructions from continental sediments spanning the PETM in the Southern Hemisphere.

CARACTERIZACIÓN DE LOS TARSALES PROXIMALES DE *CAMPANORCO INAUGURALIS* (NOTOUNGULATA, TYPOTHERIA)

Matías A. ARMELLA, Daniel A. GARCÍA-LÓPEZ

INSUGEO-CONICET, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán,
matiasarmella@yahoo.com.ar; garcialopez.da@gmail.com

ABSTRACT

Characterization of the proximal tarsals of Campanorco inauguralis (Notoungulata, Typotheria). Northwestern Argentina was an important area of early diversification for several groups of native ungulates during the Paleogene, particularly notoungulates. It is well known that postcranial elements can provide characters for phylogenetic analyses and important clues for paleobiological inferences. Recently, new cranial and postcranial remains, assigned to *Campanorco inauguralis* (Notoungulata, Typotheria), were recovered at the levels of the Upper Luján Formation. Several authors indicated that cranial and dental features of this taxon show affinities with Mesotheriidae. This study presents a characterization of the proximal tarsals of *Campanorco inauguralis* from Salta Province, Argentina. On the basis of a comparative analysis, the convex ectal facet, vertically oriented, astragalar trochlear slightly asymmetrical and trapezoidal-shape, and distal prolongation of the medial crest on the astragalar neck, are useful diagnostic features for this taxon. In turn, there are not undoubted postcranial features to link *Campanorco inauguralis* with Mesotheriidae as postulated previous hypothesis. In this sense, the tarsals show a generalized morphology among basal notoungulates, supporting its basal position among Typotheria.

Keywords: Calcaneus, astragalus, Salta, Luján, Eocene.

INTRODUCCIÓN

Los afloramientos paleógenos del noroeste argentino han brindado abundante información sobre la evolución de los mamíferos de América del Sur durante la primera parte del Cenozoico (Powell *et al.* 2011). Dentro de estas unidades fosilíferas, las formaciones Luján inferior y superior, en la provincia de Salta, han brindado una gran diversidad de vertebrados, particularmente mamíferos. En este sentido, el registro de estas y otras unidades llevó a considerar a la región como una importante área de diversificación durante el Eoceno para varios grupos de ungulados nativos (e.g. notoungulados; ver Reguero *et al.* 2008; García-López y Powell 2011). Entre los notoungulados registrados, *Campanorco inauguralis*, es uno de los taxones más frecuentes en la Formación Luján superior. Si bien este taxón fue informalmente descrito, se lo incluyó en varios estudios para analizar relaciones filogenéticas entre los notoungulados (Reguero *et al.* 1996; Reguero 1999; Reguero y Castro 2004). Algunos autores señalaron que varias de sus características craneales y dentarias (e.g. apófisis y constricción postorbitaria muy marcadas, cresta sagital prominente, bullas timpánicas muy globosas, dentadura completa con dias-

temas cortos pre y postcaninos) los relacionan cercanamente a integrantes de la familia Mesotheriidae (Bond *et al.* 1984). Posteriormente, se los agrupó dentro del clado Typotherioidea junto con Archaeohyracidae, Mesotheriidae y Hegetotheriidae (Reguero *et al.* 1996; Reguero y Prevosti 2010). Recientemente, en los niveles de la Formación Luján superior se recuperaron nuevos restos asignados a *Campanorco inauguralis* y asociados a elementos postcraneales. Se sabe que el estudio del postcráneo, particularmente tarsales proximales, ha permitido la identificación de una gran cantidad de caracteres útiles para construir filogenias e inferir adaptaciones locomotoras en grupos fósiles (e.g. Cifelli 1983; Szalay 1994; Armella *et al.* 2016). En este contexto, se presenta un análisis de los aspectos anatómicos y sistemáticos de un astrágalo y calcáneo complementarios, pertenecientes a *Campanorco inauguralis*. Asimismo, se estudia la posible contribución de estos elementos en el establecimiento de afinidades filogenéticas entre los Typotheria.

Entre las características más relevantes respecto al calcáneo se pueden destacar: faceta ectal convexa, ovalada y orientada verticalmente; faceta fibular de forma rectangular, bien desarrollada ocupando una superficie menor a la faceta ectal; protuberancia ectal poco prominente

te; concavidad de forma triangular de bordes redondeados en la región posterior a la faceta fibular y lateral a la faceta ectal; faceta sustentacular de forma circular levemente cóncava y de menor tamaño que la faceta ectal; faceta astrágalo calcáneo ubicada en la región distomedial, alargada en sentido anteroposterior y separada de la faceta sustentacular. En vista lateral, la fosa peroneal es levemente cóncava y se extiende longitudinalmente ocupando la región comprendida entre el borde anterior y posterior de la protuberancia ectal. En la región anterior, el tubérculo peroneal se extiende desde el borde anterior de la faceta fibular y se proyecta formando una superficie algo rugosa que culmina en la plataforma peroneal. En vista medial, tanto la región apical como la región anterior muestran una leve curvatura hacia la cara dorsal; la faceta cuboidal es de gran extensión y marcadamente cóncava, con una notable inclinación en sentido anteroposterior y dorsoventral.

En cuanto al astrágalo, presenta una tróclea tibial levemente asimétrica, ancha y con forma de trapecio, donde la cresta lateral es levemente más desarrollada que la cresta medial, a su vez esta última muestra una prolongación sobre el cuello astrágalo; el foramen astrágalo superior al igual que la cresta dorsal oblicua se encuentran presentes (características diagnósticas para el Orden Notoungulata según Cifelli 1983); el cuello astrágalo es robusto y se orienta oblicuamente desplazando la cabeza del astrágalo medialmente; la cabeza astrágalo es esférica y más ancha que el cuello; la faceta navicular ocupa toda la superficie anterolateral y presenta bordes definidos. En vista plantar, la faceta ectal, es profundamente cóncava, está orientada en sentido lateral y tiene forma subtriangular, con un vértice apuntando anterolateralmente; la faceta sustentacular es ovalada, levemente convexa, ocupa toda la extensión del cuello astrágalo y está separada de la faceta navicular por un surco que recorre el ancho de la cabeza astrágalo. En vista lateral, el proceso lateral forma una saliente conspicua. En vista medial, la protuberancia tibial es corta, ocupando exclusivamente la región correspondiente a la tróclea astrágalo; la extensión de la faceta navicular (faceta para la inserción de los ligamentos colaterales mediales) es notablemente alargada en sentido anteroposterior, pero no llega a contactar con la protuberancia tibial.

Entre los tarsales perecientes a notoungulados basales, el astrágalo de *Notostylops* muestra cierta similitud con el de *Campanorco inauguralis*, tanto en morfología como en tamaño. Sin embargo, presenta una tróclea asimétrica con las crestas paralelas, inclinadas lateralmente y un proceso lateral muy proyectado, siendo estas las diferencias más destacables. Por su parte, *Colbertia lumbrerense*, un notoungulado registrado para Lumbra inferior, presenta un astrágalo de menor tamaño con una tróclea simétrica, la protuberancia tibial se extiende longitudinalmente, mientras que el proceso lateral es muy

reducido, diferente a lo observado para el espécimen descripto. En cuanto a *Colbertia magellanica*, registrado para el Eoceno temprano de Brasil, la tróclea es simétrica pero las crestas están inclinadas hacia la región lateral (diferente a *Colbertia lumbrerense*), el cuello astrágalo es más corto y robusto y la protuberancia tibial y el proceso lateral están más desarrollados que en *Campanorco inauguralis*. Por otro lado, el calcáneo presenta claras diferencias en cuanto a la forma y orientación de la faceta sustentacular.

Dentro de los interatéridos basales, *Notophitecus adapinus* muestra un astrágalo más grácil y pequeño, con una tróclea astrágalo marcadamente asimétrica, cabeza astrágalo esférica y protuberancia tibial corta pequeña sin contactar con la extensión de la faceta navicular (esta última es una característica en común con *Campanorco inauguralis*). En cuanto al calcáneo de *N. adapinus*, es más robusto que en el espécimen analizado y muestra diferencias en el desarrollo y orientación de la faceta cuboidal. Otros tarsales asignados a la Familia Interatheriidae provenientes de la Formación Geste, presentan diferencias a nivel de la protuberancia ectal: la faceta ectal no es predominantemente vertical y presenta dos concavidades mientras que en *Campanorco inauguralis* solo se observa la posterior.

Finalmente, entre los tarsales conocidos para mesotéridos basales, *Trachytherus alloxus* muestra una tróclea astrágalo marcadamente asimétrica, con un cuello corto y una cabeza astrágalo pequeña en relación a la cresta troclear medial (ver Shockey y Flynn 2007). A su vez, el calcáneo no muestra ningún tipo de curvatura, y las principales diferencias se observan en la orientación de las facetas ectal, fibular y cuboidal.

A partir del análisis comparativo, la combinación de las características observadas en los tarsales de *Campanorco inauguralis*, contiene información útil para la diagnosis de este taxón (i.e. faceta ectal convexa, ovalada y orientada verticalmente; protuberancia ectal poco prominente; tróclea tibial levemente asimétrica, ancha y con forma de trapecio; cresta lateral levemente más desarrollada que la cresta medial; prolongación de la cresta medial sobre el cuello astrágalo). Por otro lado, no se encontraron evidencias que apoyen sus afinidades con integrantes de la familia Mesotheriidae. En este sentido, los tarsales muestran una morfología más generalizada dentro de los notoungulados, observándose similitudes y diferencias con miembros de diferentes familias más especializadas. Dichas consideraciones concuerdan en parte con hipótesis previas que ubican a los “campanórcidos” en una posición incierta y basal dentro de Typotheria (García-López y Powell 2011), sin encontrar caracteres que los asocien directamente a formas a las que fueron relacionadas.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Armella, M.A., García-López, D.A., Lorente, M. y Babot, M.J. 2016. Anatomical and systematic study of proximal tarsals of ungulates from the Geste Formation (Northwestern Argentina). *Ameghiniana* 53: 142-159.
- Bond, M., Vucetich, M.G. y Pascual, R. 1984. Un nuevo Notoungulata de la Formación Lumbrera (Eoceno) de la Provincia de Salta, Argentina. 1º Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, Actas: 20, La Plata.
- Cifelli, R.L. 1983. Eutherian tarsals from the late Paleocene of Brazil. *American Museum Novitates* 2761: 1-31.
- García-López, D.A. y Powell, J.E. 2011. *Griphotherion peiraanoi*, gen. et sp. nov., a new Eocene Notoungulata (Mammalia, Meridiungulata) from Northwestern Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31: 1117-1130.
- Shockey, B. y Flynn, J. 2007. Morphological diversity in the postcranial skeleton of Casamayoran (?Middle to Late Eocene) Notoungulata and foot posture in notoungulates. *American Museum Novitates* 3601: 1-26.
- Szalay, F.S. 1994. Evolutionary history of the marsupials and an analysis of osteological characters. Cambridge University Press, 480 p., New York.
- Powell, J.E., Babot, M.J., García López, D.A., Deraco, M.V. y Herrera, C.M. 2011. Eocene vertebrates of northwestern Argentina: annotated list. En: Salfity, J. A. and Marquillas, R. A. (eds.) *Cenozoic Geology of the Central Andes of Argentina*, SCS Publisher: 349-370, Salta.
- Reguero, M.A. y Castro, P.V. 2004. Un nuevo Trachytheriinae (Mammalia, Notoungulata) del Deseadense (Oligoceno tardío) de Patagonia, Argentina: implicancias en la filogenia, biogeografía y bioestratigrafía de los Mesotheriidae: *Revista Geológica de Chile* 31: 45-64.
- Reguero, M.A. y Prevosti, F.J. 2010. Rodent-like notoungulates (Tyotheria) from Gran Barranca, Chubut Province, Argentina: phylogeny and systematic. En Madden, R.H., Carlini, A.A., Vucetich, M.G., and Kay, R.F. (eds.) *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, Cambridge University Press: 152-169, New York.
- Reguero, M.A., Bond, M. y López, G.M. 1996. *Campanorco inauguralis* (Tyotheria, Notoungulata): an approach to the phylogeny of the Tyotheria. *Journal of Vertebrate Paleontology* 16: 59A.

PREPIDOLÓPIDOS (METATHERIA, POLYDOLOPIMORPHIA) DEL NOROESTE DE ARGENTINA: NUEVOS MORFOTIPOS Y NUEVOS DATOS DE LA ANATOMÍA DENTARIA DE PUNADOLOPS

Judith BABOT^{1, 2}, Facundo DEFOREL³

¹ Instituto de Paleontología, Fundación Miguel Lillo, Miguel Lillo 251, 4000, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina. jubabot@gmail.com

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

³ Facultad de Ciencias Naturales, Miguel Lillo 205, 4000, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

ABSTRACT

Prepidolopids (Metatheria, Polydolopimorphia) from Northwestern Argentina: New morphotypes and new data about dental anatomy of Punadolops. Prepidolopidae is a group of small metatherians which inhabited low, intermediate, and high latitudes of South America during the Eocene. It includes the genera *Prepidolops*, *Punadolops*, *Perrodolphys*, and *Incadelphys*. In Northwestern Argentina, the known species are *Prepidolops didelphoides*, *P. molinai*, and *Punadolops alonsoi* coming from middle and late Eocene deposits of Lumbra inferior and Geste formations. In this work we present new specimens of Prepidolopidae recovered through the use of sieving techniques in sediments of Geste, Quebrada de los Colorados, and Casa Grande formations. They include more complete materials of *Punadolops* which allowed a revision of some diagnostic features of the genus (e.g. the development of the mandibular ramus, the relative size third premolar, the strong reduction of the last lower molar) and new morphotypes with close affinities with *Prepidolops didelphoides*. These last results extend the stratigraphical, temporal and geographical distribution of the genus *Prepidolops*, which is similar to that described for some Eocene cingulates from the region. Interestingly, this pattern differs from that known for some notoungulates (e.g. Interatheriidae and Archaeohyracidae).

INTRODUCCIÓN

El registro y el conocimiento de metaterios fósiles sudamericanos cobró gran relevancia luego de casi un siglo después de los primeros hallazgos de mamíferos fósiles de Patagonia, en concordancia con la tendencia general en el aumento del conocimiento de mamíferos sudamericanos (ver Ortiz-Jaureguizar et al. 2016). Este cambio en el volumen de registros (y publicaciones relacionadas) fue en gran parte generado por el cambio en el uso de las técnicas de muestreo. La aplicación de métodos de tamizado para recuperar mamíferos de tamaño pequeño (McKenna et al. 1994) fue particularmente relevante en el muestreo de metaterios puesto que los representantes sudamericanos del clado son morfotipos de tamaño pequeño (Goin y Candela 2004; Woodburne et al. 2014). El uso de estos métodos es particularmente conveniente en unidades sedimentarias ricas en areniscas depositadas bajo condiciones fluviales de considerable energía que provocan durante el proceso de acumulación la ruptura de restos óseos. Este proceso impide la conser-

vación de materiales completos y favorece la preservación de piezas pequeñas aisladas (e.g. dientes, carpales/tarsales, huesos del oído medio e interno) que resisten el rodamiento. En el noroeste de Argentina, el muestreo de pequeños mamíferos a través de tamizado ha estado restringido principalmente a mamíferos neógenos; en depósitos paleógenos su uso se ha limitado a los niveles eocenos (Eoceno medio a tardío) de la Formación Casa Grande (datos no publicados) y de la Formación Geste expuestas en Catamarca, Salta y Jujuy. En esta última unidad los trabajos de búsqueda y recolección comenzaron en la década de 1980 y continúan actualmente de modo sistemático. Como resultado, se han hallado numerosos restos de vertebrados fósiles que incluyen escamados, tortugas, cocodrilos y mamíferos (López 1997; Reguero et al. 2008; Babot et al. 2012; Ciancio et al. 2016; Babot et al. en prensa). Entre estos, los metaterios han resultado particularmente diversos, estando representados por polidolopimorfios, esparasodontes y “ameridelfios” (Goin et al. 1998; Babot et al. en prensa).

Los polidolopimorfios del Paleógeno del NOA incluyen a *Bonapartherium hinakusijum* y *B. serrensis* (Bonapartheriidae) y *Prepidolops didelphoides*, *P. molinai* y *Punadolops alonsoi* (Prepidolopidae) que provienen de las formaciones Lumbreira inferior (Pascual 1980a, b) y Geste (Pascual 1983; Goin et al. 1998) distribuidas temporalmente entre el Eoceno medio (probablemente Lutetiano) y el Eoceno tardío (Priaboniano) en las provincias de Catamarca y Salta. A excepción de los especímenes provenientes de la Formación Lumbreira que están representados por fragmentos maxilares y mandibulares con dientes, el resto de los materiales corresponden a piezas aisladas con escasa preservación.

En este trabajo presentamos nuevos materiales dentarios de *Punadolops* provenientes las Formación Geste y nuevos morfotipos de esta misma unidad y de las formaciones Quebrada de los Colorados y Casa Grande, estas últimas asignadas al Eoceno medio tardío (del Papa et al. 2013; Montero-López et al. 2016). Los nuevos restos de *Punadolops alonsoi* permitieron ajustar la definición de la especie (debido a su mejor estado de preservación en relación al holotipo) y por lo tanto corroborar algunos rasgos (e.g. en relación a *Prepidolops*, molares superiores menos comprimidos mesiodistalmente, menor diferencia de altura entre los lados labial y lingual en los molares superiores, mayor desarrollo del protocono, ausencia de m4) e invalidar algunos otros incluidos en la diagnosis original (e.g. en relación a *Prepidolops*, menor desarrollo de P3/p3, molares más braquidontes, cuenca del talónido más somera). Por otro lado, los nuevos morfotipos muestran afinidades con *Prepidolops didelphoides*, un taxón hasta ahora conocido para la Formación Lumbreira inferior (probablemente Lutetiano). Este hallazgo implica una ampliación de la distribución temporal, estratigráfica y geográfica del género y de la especie. Estos rangos de distribución son comparables a los que muestran algunos cingulados del Paleógeno del NOA y difieren llamativamente de patrones descritos para algunos grupos de los ungulados nativos del norte argentino (e.g. Interatheriidae y Archaeohyracidae; García-López y Babot 2015).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Babot, M.J., García-López, D.A. y Gaudin, T.J. 2012. The most ancient xenarthran petrosal: Morphology and evolutionary significance. *Journal of Vertebrate Paleontology* 32: 1186-1197.
- Babot, M.J., Aceñolaza, G., Carrizo, H.A. y García-López, D.A. En prensa. El registro fósil de la Puna. En Grau HR, Izquierdo A, Babot MJ y Grau A. *Socioecología de la Puna argentina*.
- Ciancio, M., Herrera C., Aramayo, A., Payrola, P. y Babot M.J. 2016. Diversity of cingulates (Mammalia, Xenarthra) in the middle-late Eocene of Northwestern Argentina. *Acta Palaeontologica Polonica* 61: 575-590.
- del Papa, C., Hongn, F., Payrola, P., Powell, J., Deraco, V. y Herrera, C. 2013. Relaciones estratigráficas de las formaciones Quebrada de los Colorados y Angastaco (paleógeno-neógeno), valles Calchaquíes, Salta (Argentina): significado en el análisis de la cuenca del Grupo Payogastilla. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 20: 51-64.
- García-López, D.A. y Babot, M.J. 2015. Notoungulate faunas of Northwestern Argentina: Recent findings on Eocene early diverging forms. *Journal of Systematic Palaeontology* 13: 557-579.
- Goin, F.J. y Candela, A. 2004. New Paleogene marsupials from the Amazon Basin of Eastern Perú. En Campbell Jr., K.E. (ed.) *The Paleogene Mammalian Fauna of Santa Rosa, Amazonian Perú*. Natural History Museum of Los Angeles County, Sciences Series 40: 15-60.
- Goin, F.J., Candela, A. y López, G.M. 1998. Middle Eocene marsupials from Antofagasta de la Sierra, Northwestern Argentina. *Geobios* 31: 75-85.
- López, G.M. 1997. Paleogene faunal assemblage from Antofagasta de la Sierra (Catamarca Province, Argentina). *Paleovertebrata* 26: 61-81.
- McKenna, M., Bleefeld, A. y Mellet, J. 1994. Microvertebrate collecting: large-scale wet sieving for fossil microvertebrates in the field. En Leigii, P., May, P. (eds.) *Vertebrate Paleontological Techniques*. Cambridge University Press: 93-111, Cambridge
- Montero-López, C., Del Papa, C., Hongn, F., Strecker, M. y Aramayo, A. 2016. Synsedimentary broken-foreland tectonics during the Paleogene in the Andes of NW Argentina: new evidence from regional to centimeter-scale deformation features. *Basin Research*. DOI: 10.1111/bre.12212.
- Ortiz-Jaureguizar, E., Posada, S. P., Miguel, S., Abello, M.A., Luy, A.M., Hidalgo, M. y Stubbs, E. 2016. La paleontología de los vertebrados en Argentina desde la segunda mitad del siglo XX hasta nuestros días: un estudio cuali-cuantitativo basado en Ameghiniana. *Revista del Museo de la Plata, Número Especial 1*: 177-194.
- Pascual, R. 1980a. Nuevos y singulares tipos ecológicos de marsupiales extinguidos de América del Sur (Paleoceno tardío o Eoceno temprano) del noroeste argentino. II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, *Actas* 2: 151-173, Buenos Aires.
- Pascual, R. 1980b. Prepidolopidae, nueva familia de Marsupialia Didelphoidea del Eoceno sudamericano. *Ameghiniana* 17: 216-242
- Pascual, R. 1983. Novedosos marsupiales paleógenos de la Formación Pozuelos (Grupo Pastos Grandes) de la Puna, Salta, Argentina. *Ameghiniana* 20: 265-280
- Reguero, M.A., Croft, D.C., López, G. y Alonso, R.N. 2008. Eocene archaeohyracids (Mammalia: Notoungulata: Hegetotheria) from the Puna: northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 225-233.
- Woodburne, M.O., Goin, F.J., Bond, M., Carlini, A.A., Gelfo, J.N., López, G.M., Iglesias, A. y Zimicz, A.N. 2014. Paleogene land mammal faunas of South America; a response to global climatic changes and indigenous floral diversity. *Journal of Mammalian Evolution* 21: 1-73.

NUEVA EDAD U-PB EOCENA TARDÍA PARA LA FORMACIÓN VENTANA, ANDES NORDPATAGÓNICOS, PROVINCIA DE RÍO NEGRO

Leonardo BENEDINI^{1, 2}, Mauro GERALDES³, Daniel GREGORI^{1, 2}, Leonardo STRAZZERE^{1, 4},
Paulo MARCOS¹, Mercedes BARROS²

¹ Instituto geológico del Sur (INGEOSUR)

² Cátedra de Geología Argentina, Universidad Nacional del Sur (UNS) San Juan 670, CP 8000, Bahía Blanca, Argentina.

³ Cátedra de Geocronología, Universidad Estatal de Río de Janeiro (UERJ), Brasil.

⁴ Cátedra de Geología Minera, Universidad Nacional del Sur (UNS) San Juan 670, CP 8000, Bahía Blanca, Argentina.

ABSTRACT

New late Eocene U-Pb age for the Ventana Formation, Northpatagonian Andes, Río Negro Province. In the present contribution we present a new U-Pb age obtained from igneous zircons for the Ventana Formation. The analyzed sample is a crystals rich lapilli-tuff of dacitic composition, located 10 km south of Guillermo Lake and is considered as a part of the basal section of the Bolsón depocenter of the Ñirihuau Basin. This pyroclastic lithofacies have subhedral to euhedral zircon grains that have served to perform the dating. The results indicate a Late Eocene age for the magmatic crystallization (35.8 ± 1.7 Ma) that corresponds with a Priabonian stage.

Keywords: Ventana Formation, late Eocene, Ñirihuau Basin.

INTRODUCCIÓN

La Formación Ventana es una de las unidades paleógenas más características de los Andes Nordpatagónicos. Sus afloramientos conforman una faja elongada de más de 200 km de longitud, que se extiende desde San Martín de los Andes, hasta Esquel en la provincia del Chubut (Giacosa *et al.* 2001). Se distribuye a lo largo de la porción central de la Cuenca de Ñirihuau, donde configura el relleno inicial de la cuenca y la sección basal del Grupo Nahuel Huapi. (González Bonorino 1973).

La génesis de la unidad se encuentra directamente vinculada al desarrollo de un arco volcánico ubicado sobre la corteza continental, y constituye el relleno inicial de la Cuenca de Ñirihuau. Dicha cuenca está directamente asociada a la tectónica de subducción y se encuentra conformada por una serie de depocentros que se distribuyen en direcciones submeridionales.

Los depocentros orientales Ñirihuau y Ñorquincó se desarrollan entre los paralelos 41° y 43°, mientras que el depocentro de El Bolsón se ubica en el valle intermontano de El Bolsón. Las secuencias volcánicas están representadas en ambos depocentros.

La unidad conforma un complejo volcano-sedimentario de gran espesor que alcanza en la zona de su localidad tipo los 3.500 m (Cerro Ventana, sur de Bariloche). Está formada por depósitos discontinuos y multiepisódicos

de naturaleza volcánica y sedimentaria. Sus composiciones y características texturales incluyen lavas, depósitos piroclásticos y epiclásticos, siendo los primeros con mayor representación en la sección inferior y media de la unidad (González Bonorino 1973).

Estudios geocronológicos iniciales (método K-Ar) muestran un importante rango de edades, cuyos valores varían entre los 60 y 21 Ma (Rapela *et al.* 1983, Rapela *et al.* 1988, Cazau *et al.* 1989), abarcando desde el Paleoceno al Mioceno temprano. Estas edades fueron establecidas en las áreas de Bariloche, San Martín de los Andes, Ñorquincó, Cordón de Leleque y el Maitén, entre otros sectores. Por otro lado, Bechis *et al.* (2014), elaboran un detallado estudio geocronológico (U/Pb LA-ICPMS) en el depocentro de El Foyel, dentro del cual se incluyen los afloramientos de la Formación Ventana en la sección del Cerro Ventana-Arroyo Ñireco, donde obtienen una edad Miocena Temprana para la misma.

El presente trabajo tiene por objeto dar a conocer una nueva edad U-Pb en circones ígneos de la Formación Ventana efectuada sobre una muestra de toba lapillítica masiva rica en cristales de composición dacítica localizada al sur del lago Guillermo (depocentro de El Bolsón, Cuenca de Ñirihuau), con el objeto de correlacionar el valor obtenido con aquellos de la bibliografía (ver bibliografías afines en Bechis *et al.* 2014) y posteriormente comparar los valores obtenidos con los trabajos pre-

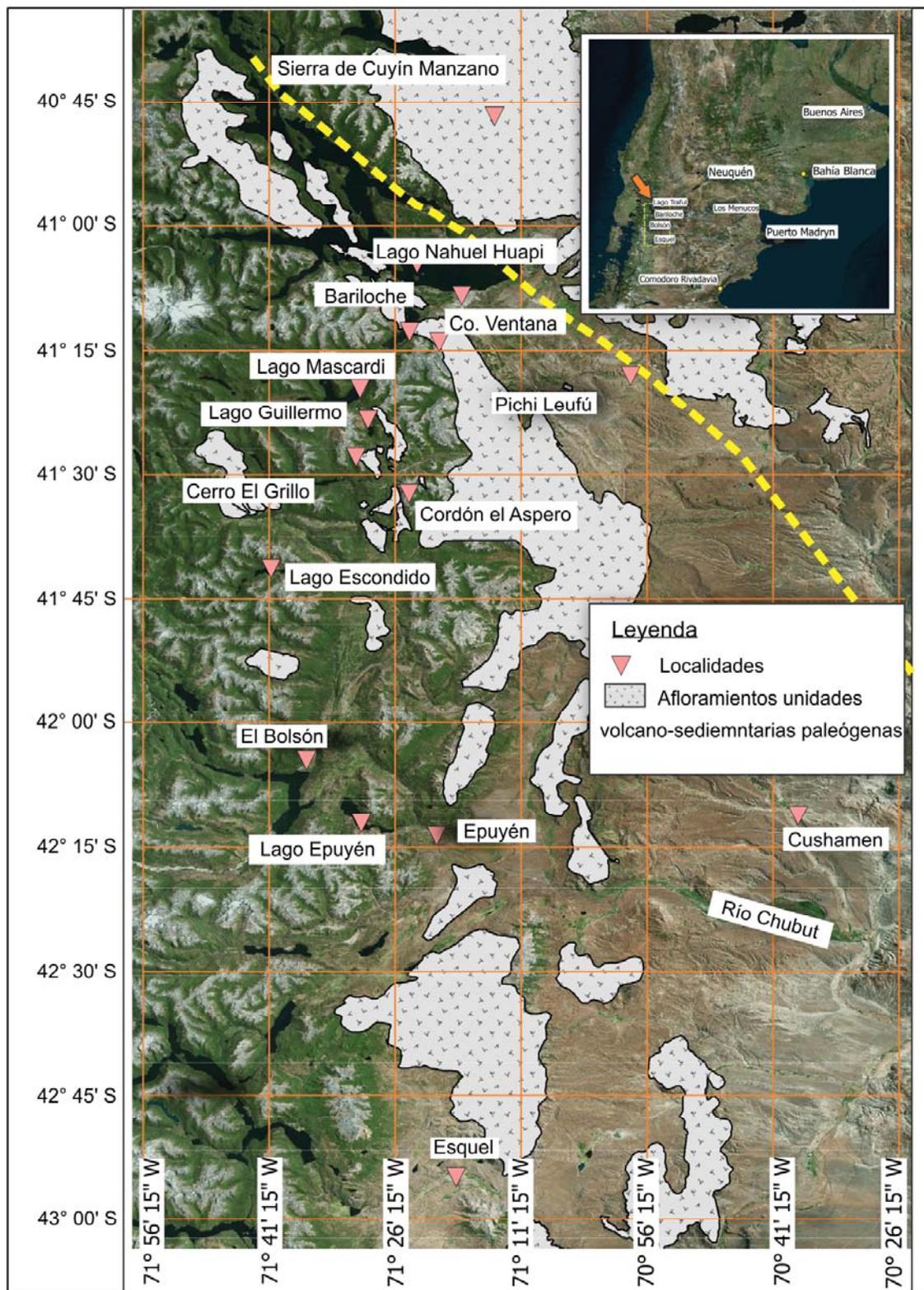


Figura 1. Afloramientos de la Formación Ventana y unidades volcánico-sedimentarias Paleógenas. Modificado de Rapela *et al.* (1983).

vios desarrollados sobre la formación.

MARCO GEOLÓGICO Y CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA FORMACIÓN VENTANA

El esquema estratigráfico de los conjuntos volcano-sedimentarios paleógenos de los Andes Nordpatagónicos ha incorporado numerosas menciones de carácter informal, desde los trabajos regionales iniciales (Serie Andesítica; [Feruglio 1927] y Cinturón Volcánico El Maitén [Cazau *et al.* 1989]). El termino Serie Andesítica fue posteriormente reemplazado por Gonzalez Bonorino (1973) por el de Formación Ventana.

La Formación Ventana muestra afloramientos muy extendidos en el área inmediatamente al sur de San Martín de los Andes, presentando particular relevancia aquellos localizados en inmediaciones del lago Nahuel Huapi, donde se destacan los afloramientos de la sierra de Cuyín Manzano y el cerro Ventana. Rocas correlacionables han sido descriptas por Grecco y Haller, 1981 en inmediaciones de la localidad de Trevelin (Río Corintos), en la Provincia de Chubut, ubicado unos 300 km al sur del lago Traful (Fig. 1).

En su perfil tipo ubicado en el faldeo oriental del cerro Ventana, la unidad conforma una sucesión homoclinal fuertemente buzante (González Bonorino y González

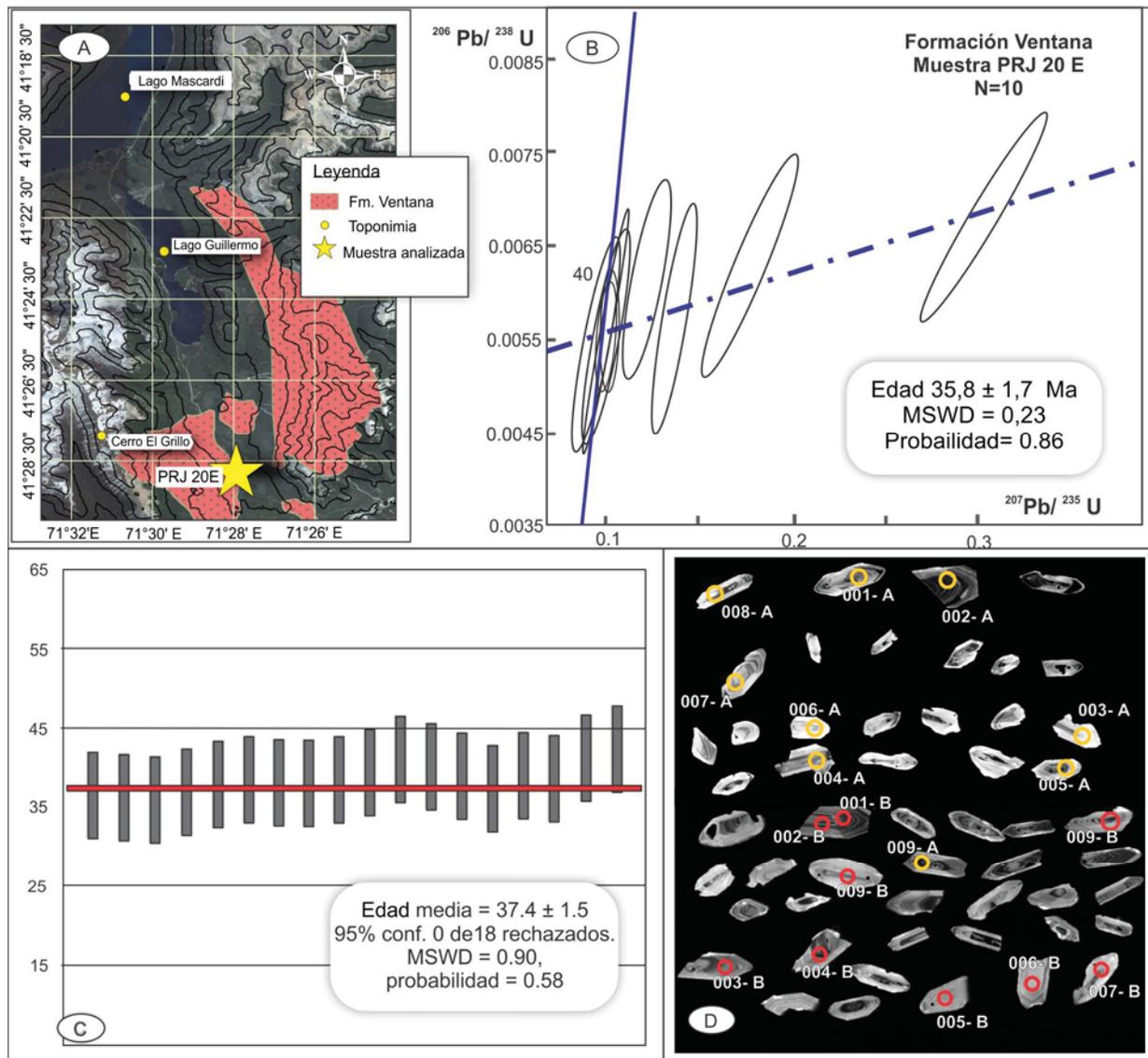


Figura 2. A. Ubicación de la muestra analizada PRJ 20E. B Edad de concordia PRJ 20E. C. Edad media ponderada o diagrama de mejor edad para la muestra PRJ 20E. D Imagen de catodoluminiscencia donde se muestran la ubicación de los disparos del laser del espectrómetro de masa.

Bonorino 1978), constituida por lavas, brechas, tobas y grauvacas que se apoyan en contacto tectónico sobre del Complejo Colohuincul. Dentro de ese potente conjunto, tres secciones fueron identificadas por los autores precedentes. La sección inferior, de mayor desarrollo (1.700 m), es de carácter efusivo y está formada principalmente por lavas andesíticas a dacíticas, basaltos y basandesitas.

La sección media muestra una mayor variedad litológica y genética, formada por brechas, tobas brechosas, tobas, grauvacas y conglomerados con intercalaciones de lavas andesíticas y basálticas (González Bonorino y González Bonorino 1978). Por último, la sección superior, de 500 m de potencia, se compone de tobas y limolitas tobáceas fosilíferas, lavas basálticas y grauvacas con niveles fosilíferos depositados en un ambiente marino

Otras consideraciones han sido propuestas por Rapela *et al.* (1983), quienes identificaron cuatro facies de origen volcánico dentro de la unidad que denominaron: I-Facies lávicas, II- Facies lávica-piroclástica, III- Facies ignimbrítica, IV- Facies pliniana. Los autores reconocieron dos ciclos principales de actividad ígnea calco-alcalina. Un ciclo inicial rico en sílice que abarca composicionalmente desde andesitas a riolitas y un segundo ciclo, que incluye tres tendencias en menor medida evolucionadas. El fraccionamiento disminuye en el tiempo, de modo que los niveles estratigráficamente más altos de la

unidad están constituidos por andesitas y basaltos con olivino.

Rapela *et al.* (1983) indican algunas discrepancias respecto de las características estratigráficas de la unidad definidas en su perfil tipo. Por un lado describen la abundancia de depósitos piroclásticos dacíticos en la sección inferior de la unidad y por otro lado marcan un estadio inicial dominado por depósitos plinianos de caída. Este estadio inicial de carácter eruptivo sería seguido por estadios progresivamente más ricos en términos efusivos y menos evolucionados.

MÉTODOS

Para el estudio geocronológicos se analizó una muestra de toba lapillítica dacítica masiva rica en cristales localizada en inmediaciones de Cerro El Grillo (41°29'42.97"S y 71°28'14.36"O), sur del lago Guillermo (Fig. 2A). La muestra PRJ 20E fue tratada en el laboratorio de petrografía de la Universidad Nacional del Sur (UNS). Inicialmente, los minerales pesados se concentraron mediante separación gravitatoria y posteriormente mediante el empleo de líquidos densos estandarizados. Los circones fueron extraídos bajo lupa, montados en una cinta bifáz en familias de 30 individuos y luego colocados en un molde con resina epóxica, para posteriormente ser pulidos hasta exponer las secciones me-

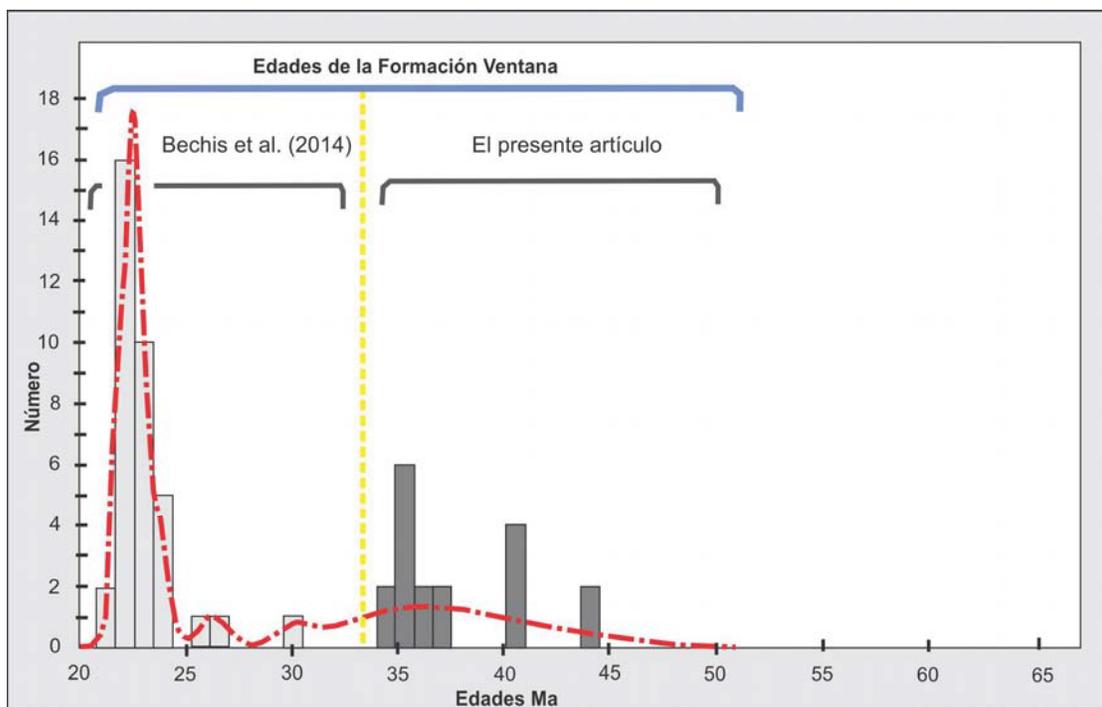


Figura 3. Diagrama de probabilidad acumulativa de edades desarrolladas sobre granos de circón. Compara los datos de la Muestra 237 (Bechis *et al.* 2014) y PRJ 20E (presente artículo) correspondientes a la Formación Ventana.

días de los mismos. Esta segunda parte del procedimiento se desarrolló en los laboratorios de la Universidad Estatal de Río de Janeiro (UERJ). Una vez concluido el pulido, se obtuvieron las imágenes de catodoluminiscencia en un microscopio de barrido electrónico. Las imágenes se emplearon para determinar las estructuras internas de cada grano y para definir las zonas a analizar de forma puntual.

Los circones observados son típicamente de grano medio (160- 250 μm), muestran una morfología euhedral y una zonación magmática, con preservación de caras y bordes interfaciales. No fueron observados intercrecimientos o circones metamórficos con estructuras internas discordantes. Asimismo, muestran una variedad de formas que van desde granos elongados delgados hasta granos más ecuanter. Las imágenes de catodoluminiscencia revelan una estructura interna ígnea simple (Fig. 2D).

Una vez definidos los blancos se efectuaron un conjunto de 18 análisis puntuales con un equipo LA-ICP-MS Neptuno plus de la UERJ. Las indefiniciones en relaciones isotópicas y edades para los análisis individuales se encuentran al nivel de 1 sigma y las indefiniciones en las edades medias calculadas se encuentran a un nivel de confianza del 95%. Los gráficos de concordia y diagramas de densidad probabilística con sus histogramas se efectuaron con ISOPLOT 4. (Ludwig 2009).

RESULTADOS

De la totalidad de granos captados (49 circones y 30 titanitas) solo 18 fueron analizados con el espectrómetro de masas. Los análisis muestran concentraciones moderadas de U (1000 - 292 ppm) y altas relaciones de Th/U ($>0,5$) consistente con un origen magmático de los cristales. Los datos obtenidos muestran un grupo con una población de granos que cristalizaron entre 35 y 44 Ma (100%) y un pico principal de 36 Ma. Un total de 10 análisis fueron graficados en el diagrama de concordia (Fig. 2 B) donde 3 presentan edades discordantes. La edad de concordia es de $35,8 \pm 1,7$ con una desviación ponderada media cuadrada (MSWD) de 0,23 y una probabilidad de concordancia de 0,85. El promedio ponderado o mejor edad se muestra en la Fig. 2C y revela una edad de 37,4 Ma, con dos datos rechazados. Por otro lado el MSWD es de 0,88 con una probabilidad de 0,58. Nosotros interpretamos la edad de concordia (35,8 Ma) como la edad de cristalización magmática de los circones, la cual sería coetánea con la depositación de la facies de toba lapillítica masiva rica en cristales de composición dacítica (PRJ20E).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La edad obtenida en la presente contribución es consistente con las edades previas obtenidas bajo diferentes metodologías, principalmente bajo método K-Ar. (Rapela *et al.* 1983, Rapela *et al.* 1988, Cazau *et al.* 1989, entre otros). Sin embargo, guarda algunas diferencias con aquellas edades U-Pb en circones obtenidas en el cerro Ventana (Bechis *et al.* 2014; Fig. 3). Esta información nos indica que las secuencias volcánicas de la Formación Ventana, consideradas como representante de la sección basal del depocentro de El Bolsón de la Cuenca de Ñirihuau se han desarrollado al menos desde el Eoceno superior y que se requieren más trabajos geocronológicos para establecer adecuadamente la evolución de la Cuenca de Ñirihuau.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bechis, F., Encinas, A., Concheyro, A., Litvak, V.D., Aguirre-Urreta, B. y Ramos, V.A. 2014. New age constraints for the Cenozoic marine transgressions of northwestern Patagonia, Argentina (41–43 S): Paleogeographic and tectonic implications. *Journal of South American Earth Sciences* 52: 72-93.
- Bonorino, F.G. 1973. Geología del área entre San Carlos de Bariloche y Llao llao (No. 16). Fundación Bariloche, Departamento de Recursos Naturales y Energía.
- Cazau, L.B., Mancini, D., Cangini, J. y Spalletti, L.A., 1989. Cuenca de Ñirihuau. en: Chebli, G.A. y Spalletti, L.A. (eds.) Cuenca Sedimentarias Argentinas: 299-318, Tucumán.
- Feruglio, E. 1927. Estudio geológico de la región pre y subandina en la latitud de Nahuel Huapi. *Boletín de Informaciones Petroleras* 4: 425-434.
- Giacosa, R., Heredia, N. y Zubia, M. 2001. Hoja geológica 4172-IV, San Carlos de Bariloche, Provincias de Río Negro y Neuquén. *Boletín del Servicio Geológico Minero Argentino* 279.
- González Bonorino, F. y González Bonorino, G. 1978. Geología de la región de San Carlos de Bariloche: un estudio de las formaciones terciarias del Grupo Nahuel Huapi. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 33: 175-210.
- Rapela, C.W., Spalletti, L. y Merodio, J. 1983. Evolución magmática y geotectónica de la "Serie Andesítica" andina (Paleoceno-Eoceno) en la Cordillera Norpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38: 469-484.
- Rapela, C.W., Spalletti, L.A., Merodio, J.C. y Aragón, E. 1988. Temporal evolution and spatial variation of early Tertiary volcanism in the Patagonian Andes (40 S–42 30' S). *Journal of South American Earth Sciences* 1: 75-88.
- Ludwig, K.R. 2009. Isoplot v. 4 for Excel 2007. Berkeley Geochronological Centre, Berkeley, California.

MORFOGRUPOS DE FORAMINÍFEROS BENTÓNICOS AGLUTINADOS DEL MIEMBRO LB2, FORMACIÓN LA BARCA, EN EL ÁREA DE CABO JOSÉ – PUNTA AINOL (PALEOCENO, CUENCA AUSTRAL, ARGENTINA)

Carlos D. CUCINIELLO¹, Juan P. PÉREZ PANERA², Érika BEDOYA AGUDELO³, Eduardo OLIVERO³

¹YPF-Tecnología SA (Y-TEC) Av. del Petróleo s/n – (Entre 129 y 143), Berisso, Buenos Aires (1925), Argentina.
carlos.cuciniello@ypftecnologia.com

²CONICET-YPF-Tecnología SA (Y-TEC), Av. del Petróleo s/n – (Entre 129 y 143), Berisso, Buenos Aires (1925), Argentina.
juan.p.panera@ypftecnologia.com

³CADIC-CONICET erikal.bedoya@gmail.com, emolivero@gmail.com

ABSTRACT

Agglutinated benthic foraminiferal morphogroups of LB2 Member, La Barca Formation, in Cabo José – Punta Ainol area (Paleocene, Austral Basin, Argentina). Calcareous nannofossil and foraminifera of the LB2 Member, La Barca Formation, Isla Grande de Tierra del Fuego, Austral Basin are presented. According to the nannofossil assemblage recovered, the LB2 Member of La Barca Formation in Cabo José – Punta Ainol area, is of late Paleocene age. Foraminiferal assemblage is dominated by agglutinated forms that represent the epifaunal agglutinated morphogroups M4a, M3a, M2c and M1. Scarce specimens assigned to the deep infaunal agglutinated morphogroup M4b were also identified. This grouping is interpreted as poorly deep marine opportunistic fauna, associated to bottom eutrophic conditions.

Keywords: Tierra del Fuego, Austral Andes australes, Paleogene.

INTRODUCCIÓN

La Cuenca Austral y la Cuenca de Malvinas, constituyen dos depocentros parcialmente conectados ubicados en el antepaís de los Andes australes y fueguinos y están asociados a la evolución orogénica que experimentó el borde suroccidental de la Placa Sudamericana durante el Cretácico Tardío – Mioceno (Torres Carbonell *et al.* 2009, Olivero *et al.* 2014). La sucesión sedimentaria marina cenozoica alojada en estos depocentros posee amplia distribución en el subsuelo del antepaís de la Isla Grande de Tierra del Fuego y en la plataforma continental, hacia la Cuenca de Malvinas. La activa producción hidrocarbúfera en la Cuenca Austral y el hallazgo de hidrocarburos en Cuenca de Malvinas constituyen al sector atlántico sudeste de la faja plegada y corrida, en un área clave de estudio para entender las relaciones costa adentro con la plataforma continental. En particular, la Formación La Barca, aflorante en el flanco norte, constituye un conjunto estrato y grano decreciente que en su área tipo, el Cabo Leticia, alcanza un espesor de 220 metros (Olivero *et al.* 2002). Se reconocen dos miembros: el inferior LB1, compuesto por paquetes lenticulares de areniscas interstratificados con pelitas y el superior

LB2, que consta en su base, con delgados bancos de areniscas masivas y laminadas seguidas por espesas sucesiones de fangolitas oscuras masivas. Olivero *et al.* (2014) describen características similares al miembro LB2 del área tipo, para el perfil de Cabo José – Punta Ainol, donde la secuencia se encuentra invertida y su base no está expuesta.

En este resumen se dan a conocer resultados y conclusiones preliminares acerca de la asociación de nanofósiles calcáreos y foraminíferos recuperados en este perfil y se discute la paleoecología del fondo a partir del análisis de los morfogrupos de foraminíferos aglutinados. La asociación de nanofósiles se encuentra bien preservada, con moderada abundancia y diversidad; presenta buenos marcadores del Paleoceno tardío como *Chiasmolithus bidens*, *Fasciculithus tympaniformis*, *Hornibrookina australis*, *Prinsius bisulcus*, *P. martinii* y *Toweius eminens*. Los foraminíferos corresponden mayoritariamente a formas aglutinadas con cemento orgánico, conformando asociaciones de baja diversidad y alta abundancia. Predomina un grupo constituido por varias especies de formas planoespirales redondeadas muy deformadas, asociados a *Spiroplectammina spectabilis*, y *Karreriulina* spp. con escasos fragmentos de *Bathysiphon*

eocenicus, *Annectina gzrybowski* y especies de *Ammodiscus*. Hacia la parte central del perfil, se registra un pico de abundancia de radiolarios que es coincidente con el aumento en la abundancia de foraminíferos de pared calcárea. En una muestra, la relación aglutinados/calcáreos se invierte, llegando a un 80% de formas calcáreas. En estos niveles, aparecen formas aglutinadas con cemento calcáreo como *Eggerella* sp. y fragmentos terminales de *?Pseudoclavulina* sp. Se registran *Subbotina* spp. y *Acarinina* sp. siendo la primera mención de foraminíferos planctónicos en el miembro LB2 de la Formación La Barca.

El análisis de morfogrupos (Jones y Charnock 1985) constituye una aproximación faunal de primer orden muy utilizado para obtener conclusiones paleoecológicas y consiste en la agrupación de distintos foraminíferos bentónicos en categorías, independientes de la taxonomía, solo en función de sus características externas y su modo de vida inferido. Se basa en el concepto de que existe una relación entre la forma externa de la cónchula y la función que ésta cumple en relación al sustrato. De acuerdo con el modelo conceptual para morfogrupos aglutinados de Kaminski y Gradstein (2005), en la distribución vertical en el sedimento en el miembro LB2, pueden reconocerse individuos con posición de vida epifaunal y hábitos alimenticios detritívoros, con amplia representación en las formas planoespirales redondeadas (morfogrupo 4a) y escasa participación de formas tubulares erectas y enrolladas (M1 y M3a). Las formas multicamerales alargadas y de bordes agudos (M2c), están representadas, en menor proporción y exclusivamente por *Spiroplectammina spectabilis*, una especie cosmopolita común en las facies marino profundas del Maastrichtiano – Eoceno. Se interpreta que esta forma tenía posición de vida infaunal (Kaminski 1984, Kaminski *et al.* 1996) o epifaunal (van der Akker *et al.* 2000), con hábitos detritívoros. *Karrerulina* spp., conforma un grupo representado por *K. conversa* y otras formas de difícil identificación, asignables a formas multicamerales elongadas subcilíndricas (M4b), con modo de vida infaunal profundo. No se hallaron elementos asignables a los morfogrupos M2a, M2b y M3b. Olivero *et al.* (2014) incluyen a la Formación La Barca dentro de un sistema depositacional paleoceno, compuesto por flujos gravitatorios mayormente canalizados, con influencia hiperpícnica y cercano al frente orogénico; donde el miembro LB2 es interpretado como depósitos de decantación suspensiva adyacente a los canales hiperpínicos. Los resultados palinológicos dados por Ronchi *et al.* (2015) para el mismo perfil muestran la presencia de miosporas y querógeno derivado de plantas continentales con dinoflagelados subordinados, lo que sugiere un medio marino cercano a la costa o con mucho aporte terrígeno. La posición perideltaica y distal de estos depósitos, la ausencia de estructuras sedimentarias y el alto contenido orgánico indican un am-

biente marino relativamente profundo, con aporte continuo de material fino y de materia orgánica de origen continental.

En este contexto, los morfogrupos de foraminíferos aglutinados del miembro LB2 señalan que la asociación estuvo dominada por individuos con posición de vida epifaunal y hábitos alimenticios detritívoros (M4a, M3a y M1). Se considera aquí a *Spiroplectammina spectabilis* (M2c) como una forma epifaunal o infaunal somero. La escasa proporción de formas infaunales profundas (M4b) junto a una mayoría de formas epifaunales (o casi) permiten interpretar una partición de nicho mínima dentro de la columna de sedimento. Los factores que controlan esta distribución son la cantidad de alimento disponible y contenido de oxígeno disuelto en el agua poral del sedimento, que a su vez dependen del aporte de materia orgánica hacia el fondo (Corliss y Chen 1988). En ambientes muy eutrofizados, el oxígeno disuelto en el agua poral se halla en un nivel muy superficial en el sedimento y los foraminíferos con posiciones de vida infaunales pueden encontrarse en la superficie del sedimento mientras que los que ocupan una posición epifaunal están prácticamente ausentes (Jorissen *et al.* 1995). En ciertas condiciones, las formas epifaunales (M4a), también pueden adaptarse a lugares con altos aportes de materia orgánica (Tyszka *et al.* 2010). Bajo estas condiciones eutróficas – mesotróficas, la baja diversidad y la presencia de elementos que son comunes en las facies *flysch* paleógenas (*Spiroplectammina spectabilis*, *Karrerulina conversa* y formas tubulares robustas), apuntan a un comportamiento oportunista de formas tolerantes a la disoxia provenientes desde profundidades mayores. En este sentido, el ascenso generalizado de la línea de compensación de la calcita durante el Paleoceno debida a la escasa ventilación oceánica, habría actuado como un mecanismo de apertura de hábitats, permitiendo la colonización de faunas aglutinadas de aguas profundas hacia partes distales en plataformas de altas latitudes.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Corliss, B.H. y Chen, C. 1988. Morphotype patterns of Norwegian Sea deep-sea benthic foraminifera and ecological implications. *Geology* 16: 716-719.
- Jones, R.W. y Charnock, M.A. 1985. "Morphogroups" of agglutinated foraminifera, their life positions and feeding habits and potential applicability in (paleo)ecological studies. *Revue de Paléobiologie* 4: 311-320.
- Jorissen, F.J., de Sigter, H.C. y Widmark, J.G.V. 1995. A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology* 26: 3-15.
- Kaminski, M.A. 1984. Shape variation in *Spiroplectammina spectabilis* (Grzybowski). *Acta Paleontologica Polonica* 29: 29-49.
- Kaminski, M.A., Gradstein, F.M. 2005. Atlas of Paleogene Cosmopolitan deep-water Agglutinated Foraminifera. Grzybowski Foundation Special Publication, 10, Krakow. 546



- p.
- Kaminski, M.A., Kuhnt, W. y Radley, J.D. 1996. Palaeocene-Eocene deep water agglutinated foraminifera from the Numidian Flysch (Rif, Northern Morocco): their significance for the palaeoceanography of the Gibraltar gateway. *Journal of Micropaleontology* 15: 1-19.
- Olivero, E.B., Malumián, N. Palamarczuk, S. y Scasso, R.A. 2002. El Cretácico Superior-Paleógeno del área del Río Bueno, costa atlántica de la Isla Grande de Tierra del Fuego. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57: 199-218.
- Olivero, E.B., Torres Carbonell, P.J., Martinioni, D.R., Rodríguez, L., Lovecchio, J.P., Rocha, E. y Atencio, M. 2014. Estudio regional potencial exploratorio de la faja plegada – Cuencas Austral-Magallanes y Malvinas. *Convenio Técnico Específico entre CONICET e YPF S.A.* (Inédito), 142 p.
- Ronchi, D.I., Pérez Panera, J.P., Cuciniello, C.D. y Ottone, E.G. 2015. Análisis bioestratigráfico de muestras de afloramiento del Paleógeno de Tierra del Fuego: Microfósiles, Nanofósiles calcáreos y Palinología. YPF Tecnología S.A. (Inédito), 59 p., Ensenada.
- Torres Carbonell, P.J., Malumián, N. y Olivero, E.B. 2009. El Paleoceno-Mioceno de Península Mitre: antefosa y depocentro de techo de cuña de la Cuenca Austral, Tierra del Fuego, Argentina. *Andean Geology* 36: 197-235.
- Tyszka, J., Jach, R. y Bubík, M. 2010. A new vent-related foraminifer from the lower Toarcian black claystone of the Tatra Mountains, Poland. *Acta Palaeontologica Polonica* 55: 333–342.
- Van der Akker, T.J.H.A., Kaminski, M.A., Gradstein, F.M. y Wood, J. 2000. Campanian to Paleocene biostratigraphy and palaeoenvironments in the Foula Sub-basin, west of the Shetland Islands, UK. *Journal of Micropaleontology* 19: 23-43.

ADICIONES AL CONOCIMIENTO DE LOS “CAMPANORCIDAE” (NOTOUNGULATA, TYPOTHERIA) EN EL NOROESTE ARGENTINO

Daniel A. GARCÍA-LÓPEZ¹, Judith BABOT²

¹INSUGEO-CONICET, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán,
garcialopez.da@gmail.com

²CONICET, Fundación Miguel Lillo.

ABSTRACT

Additions to the knowledge of “Campanorcidae” (Notoungulata, Typotheria) in Northwestern Argentina. The informal taxon *Campanorco inaugularis* (“Campanorcidae”) was originally reported for the upper levels of the Lumbrera Formation (late middle Eocene) based on a single skull. Several new specimens referable to this morphotype allow restudying its morphology and lead to the reinterpretation of its relationships in the context of previous phylogenies. The new traits observed refer mainly to the mandible and lower dentition (previously unknown). The mandible is robust and shows a well-developed angular process. The i1 is small and chisel-like and the molars show a simple entoconid (not expanded mesially) and a reduced talonid in the m3. Some of the specimens analyzed are sub-adults, showing some of the ontogenetic variation affecting the morphology the upper and lower dentition (eruption sequence, size, number of cristae, etc.). Several characters here observed are potentially useful for the formal definition of the taxon. In turn, the observed traits do not support some previous phylogenetic hypothesis that relate “campanorcids” with members of the Mesotheriidae-“Archeohyracidae”-Hegetotheriidae lineage. Instead, the morphologic scheme is consistent with alternative studies that point to a basal position of this informal clade within Typotheria. The record of “campanorcids” and leontiniids, restricted to the upper levels of the Lumbrera Formation and some other equivalent units, may indicate a paleobiogeographic singularity affecting a large area of the Eastern Cordillera during the late middle Eocene.

INTRODUCCIÓN

El registro fósil de Notoungulata para los niveles inferiores y superiores de la Formación Lumbrera (Lumbrera inferior y superior, Eoceno medio y medio tardío, respectivamente; ver del Papa *et al.* 2010) se conoce desde hace al menos cuatro décadas (Powell *et al.* 2011 y referencias allí citadas). Hasta el momento, ambas secciones muestran diferencias faunísticas reflejadas en la ausencia de especies en común y en la diversidad de familias registradas. Por ejemplo, Lumbrera superior marca la primera aparición de la familia Leontiniidae en el NOA y en toda América del Sur (Deraco *et al.* 2008), siendo además abundante en estos niveles. Además de los Leontiniidae, se registran el tipoterio “Oldfieldthomasiidae” *Dolichostylodon saltensis* y el taxón informalmente nominado *Campanorco inaugularis*, único incluido en la también informal familia “Campanorcidae” (Bond *et al.* 1984). Desde su mención original *Campanorco* fue relacionado a los Typotheria de la familia Mesotheriidae, de radiación mayormente neógena, y si bien nunca fue formalmente descrito, ha sido citado en diver-

sas contribuciones, en algunos casos validando su cercana relación con los Mesotheriidae y también con los Archeohyracidae y Hegetotheriidae, constituyéndose un clado denominado Typotherioidea (Reguero *et al.* 1996; Reguero y Castro 2004; Reguero y Prevosti 2010). En los últimos años nuevos ejemplares asignados a este morfotipo permiten conocer detalles morfológicos hasta ahora desconocidos y aspectos ontogenéticos que se enumeran en esta contribución y se analizan en el contexto de las filogenias ya existentes. Asimismo, esto permite reforzar ideas previas sobre las singularidades biogeográficas de este registro.

Los “campanórcidos” presentan rasgos dentarios generalizados (e.g. dentición braquidonte y completa; fórmula dentaria 3-1-4-3), asociados a otros más derivados: I1 hipertrofiado y tendencia a la aparición de diastemas y reducción en tamaño del canino superior y el P1. Sus rasgos craneanos responden también al morfotipo basal dentro de Notoungulata, sin presentar placas cigomáticas o retracción de elementos (e.g. nasales; rasgos propios de formas filogenéticamente más derivadas) y mostrando fuerte desarrollo del músculo temporal. Hasta el momen-

to, los materiales referidos a *Campanorco* correspondían solo a cráneos sin mandíbula, por lo que la dentición inferior se desconocía (Bond *et al.* 1984). Nuevos materiales recuperados corresponden a mandíbulas aisladas y esqueletos muy completos que preservan cráneo, mandíbula y material postcraneano. Por otra parte, los ejemplares corresponden al menos a tres estadios ontogenéticos, detectándose juveniles, sub-adultos y adultos.

Los nuevos rasgos observados incluyen mayormente información sobre la morfología mandibular y la dentición inferior. La mandíbula es robusta, con un proceso angular bien desarrollado y redondeado que sobresale ventralmente al borde inferior del cuerpo mandibular e indica una importante área de inserción del músculo masetero. Los incisivos inferiores del adulto son de desarrollo comparable entre sí, con el I1 espatulado y ligeramente más pequeño que los restantes (en contraposición al I1 agrandado y redondeado). El canino inferior presenta asimismo un desarrollo normal, contrastando con la reducción observada en el canino superior. La distribución de los diastemas es también distinta en la dentición superior e inferior. En el maxilar adulto, aparecen diastemas adyacentes a las caras mesial y distal del canino, mientras que en el dentario el diastema se desarrolla mayormente por detrás del primer premolar. Los molares inferiores muestran un trigónido simplificado, sin vestigios de la cúspide accesoria al metaconónido típica de algunos notoungulados paleógenos (e.g. *Boreastylops*, *Colbertia*, *Pampahippus*). En el talónido, el entocónido es simple (no está expandido en sentido mesial, como en *Griphotherion* o en “Archaeohyracidae”), está desplazado posteriormente (cerrando la inflexión entocónido – hipoconúlido) y se encuentra precedido por una cuenca abierta lingualmente. Es notoria la reducción del talónido del m3, típicamente alargado en Notoungulata.

Las formas juveniles han permitido observar variación ontogenética. Los premolares deciduos superiores son más pequeños y de corona más baja que sus equivalentes en el adulto. Asimismo, el dP2 es relativamente más reducido. Por su parte, en los ejemplares más jóvenes no se observa el alvéolo en la zona del dP1 siendo que ya están presentes los molares 1 y 2, por lo que la secuencia de erupción parece mostrar ciertas diferencias con la serie usual sugerida para algunos notoungulados, donde todos los premolares deciduos están presentes antes de la salida de los primeros molares (véase Hitz *et al.* 2006). Por su parte, los molares con poco o sin desgaste alguno, muestran fuerte desarrollo del crochet, también evidente en estadios posteriores.

Varios de los rasgos mencionados pueden servir para definir la diagnosis de este taxón, dado su grado de singularidad. Así como lo observado inicialmente para la dentición superior, la morfología mandibular muestra una combinación de caracteres que pueden considerarse generalizados (formula dentaria completa, canino no re-

ducido) con otros que apuntan a cierta especialización (simplificación del trigónido, reducción del m3, gran desarrollo del proceso angular). Sin embargo, poco de la morfología observada en los nuevos ejemplares sugiere afinidades con los tipoterios especializados con los que se los relacionó inicialmente. Excepto por el gran desarrollo del proceso angular, que puede observarse en otras formas paleógenas y filogenéticamente alejadas, como *Boreastylops* y *Griphotherion*, caracteres tales como la ausencia de una placa cigomática o la fuerte apertura lingual del talónido no responden al morfotipo observable ni aún en los representantes más basales del linaje Archaeohyracidae – Mesotheriidae – Hegetotheriidae. Esto concuerda con filogenias recientes, en las cuales los “campanórcidos” se ubican como integrantes de una politomía basal a Typotheria (García-López y Powell 2011). La incorporación de estos nuevos rasgos a las filogenias existentes permitirá elucidar hipótesis alternativas para las relaciones de estos mamíferos.

Los nuevos ejemplares de “campanórcidos” indican una presencia significativa de este taxón en la Formación Lumbra superior, comparable a la de los Toxodontia de la familia Leontiniidae. Esto puede revelar una singularidad bioestratigráfica para la zona de Cordillera Oriental durante el Eoceno medio tardío, reflejada en la súbita aparición y abundancia de estos clados y sugerida en contribuciones anteriores (Reguero *et al.* 2008; Powell *et al.* 2011), pero sólo ahora apoyada por evidencia contundente.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bond, M., Vucetich, M.G. y Pascual, R. 1984. Un nuevo Notoungulata de la Formación Lumbra (Eoceno) de la Provincia de Salta, Argentina. 1^{as} Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, Actas: 20, La Plata.
- Deraco, M.V., Powell, J.E. y López, G.M. 2008. Primer leontínido (Mammalia, Notoungulata) de la Formación Lumbra (Subgrupo Santa Bárbara, Grupo Salta-Paleógeno) del noroeste argentino. *Ameghiniana* 45: 83-91.
- del Papa, C. E., Kirschbaum, A., Powell, J. E., Brod, A., Hongn, F. and Pimentel, M. 2010. Sedimentological, geochemical and paleontological insights applied to continental omission surfaces: a new approach for reconstructing an eocene foreland basin in NW Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 29: 327-345.
- García-López, D.A. y Powell, J.E. 2011. *Griphotherion peiranoi*, gen. et sp. nov., a new Eocene Notoungulata (Mammalia, Meridiungulata) from Northwestern Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31: 1117-1130.
- Hitz, R.B., Flynn, J.J. y Wyss, A.R. 2006. New basal Intertheriidae (Typotheria, Notoungulata, Mammalia) from the Paleogene of Central Chile. *American Museum Novitates* 3520: 1-32.
- Powell, J.E., Babot, M.J., García López, D.A., Deraco, M.V. y Herrera, C.M. 2011. Eocene vertebrates of northwestern Argentina: annotated list. En: Salfity, J.A. y Marquillas, R.A. (eds.), *Cenozoic Geology of the Central Andes of Ar-*



- gentina, SCS Publisher: 349-370, Salta.
- Reguero, M.A. y Castro, P.V. 2004. Un nuevo Trachytheriinae (Mammalia, Notoungulata) del Deseadense (Oligoceno tardío) de Patagonia, Argentina: implicancias en la filogenia, biogeografía y bioestratigrafía de los Mesotheriidae. *Revista Geológica de Chile* 31: 45-64.
- Reguero, M.A. y Prevosti, F.J. 2010. Rodent-like notoungulates (Tyotheria) from Gran Barranca, Chubut Province, Argentina: phylogeny and systematic. En Madden, R. H., Carlini, A.A., Vucetich, M.G. y Kay, R.F. (eds.), *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, Cambridge University Press: 152-169, New York.
- Reguero, M.A., Bond, M. y López, G.M. 1996. *Campanorco inauguralis* (Tyotheria, Notoungulata): an approach to the phylogeny of the Tyotheria. *Journal of Vertebrate Paleontology* 16: 59A.
- Reguero, M.A., Croft, D.C., López, G. y Alonso, R.N. 2008. Eocene archaehyracids (Mammalia: Notoungulata: Hegetotheria) from the Puna, northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 26: 225-233.

IMPORTANCIA BIOESTRATIGRÁFICA DE UN SINGULAR ARMADILLO (XENARTHRA, DASYPODIDAE) DEL PALEÓGENO DEL NOROESTE ARGENTINO

Claudia M. R. HERRERA¹, Graciela I. ESTEBAN¹, Cecilia del PAPA²

¹Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Miguel Lillo 205, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina.

²CICTERRA, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA Córdoba, Argentina.

ABSTRACT

Biostratigraphic importance of a singular armadillo (Xenarthra, Dasypodidae) of the Paleogene of Argentinean Northwest. A new specimen of Pucatherium parvum is reported from the lower levels of the Upper Lumbreira Formation that outcrops in Salta Province. An almost complete dorsal caparace and several remains of postcranium were preserved providing important information about this particular taxon. The specimen is comparable to Dasypus novemcinctus, however the osteoderms are very small. There is no evidence of pseudoshield or scapular shield nor pelvic shield. The dorsal caparace would be fully integrated by movable osteoderms, granting a high degree of mobility in the anteroposterior axis. A dating U / Pb of 39.9 + 0.4 Ma from the Upper Lumbreira Formation limits the biocron of Pucatherium parvum to the middle Eocene. This, added to the broad geographic distribution of the taxon, makes it possible to correlate the Upper Lumbreira Formation with Quebrada de los Colorados, Geste and Casa Grande formations.

Keywords: Dasypodids, Lumbreira Formation, middle Eocene, biostratigraphy.

INTRODUCCIÓN

En el noroeste de Argentina los sedimentos eocenos portadores de mamíferos están restringidos a las provincias de Salta, Jujuy y Catamarca y corresponden a las formaciones Lumbreira inferior, Lumbreira superior, Quebrada de los Colorados, Casa Grande y Geste. En los últimos años, estas unidades han sido prospectadas con regularidad y su abundante contenido fosilífero ha permitido incrementar el conocimiento de la fauna de mamíferos que habitó durante el Paleógeno en el noroeste argentino.

Desde el punto de vista paleontológico, la Formación Lumbreira superior se caracteriza por la gran diversidad y particularidad de su fauna de ungulados, con un alto grado de endemismo (Bond *et al.* 1984, Deraco *et al.* 2008, García López y Powell 2009, Powell *et al.* 2011). Por su parte los Cingulata (Xenarthra) sólo están representados por el ejemplar asignado a *Pucatherium parvum* dado a conocer en este trabajo. Éste fue exhumado en la localidad Río Juramento, departamento La Viña, centro sur de la provincia de Salta y proviene de los niveles inferiores de la Formación Lumbreira superior asignados al Eoceno

medio (del Papa 2006, del Papa *et al.* 2010). En esta localidad, la Formación Lumbreira superior suprayace a la Formación Lumbreira inferior en relación de paraconformidad e infrayace en discontinuidad a la Formación Río Seco asignada al Mioceno medio.

La Formación Lumbreira superior está integrada principalmente por limolitas de color rojo oscuro a rojo pálido y limolitas arenosas, estratificadas. Las estructuras sedimentarias más notables son nódulos de carbonatos, trazas de raíces, de bioturbación y de reducción. Lapiana *et al.* (2016) describieron características sedimentarias relacionadas con procesos pedogenéticos y sobre la base del análisis granulométrico, interpretaron el paleoambiente como llanuras vegetadas formadas a partir de material loésico retrabajado. Estos autores propusieron un clima templado, con condiciones estacionales secas y húmedas. El nivel portador de los restos fósiles presenta rasgos que sugieren el desarrollo de paleosuelo.

Pucatherium parvum fue nominado sobre la base escasos osteoderms aislados (Herrera *et al.* 2012). El nuevo ejemplar aquí descrito (PVL 6384), aporta nueva información al conocimiento de este taxón. El espécimen comprende gran parte de la coraza dorsal, varios osteo-

dermos móviles aislados y restos postcráneos que corresponden a costillas y vértebras (torácicas, lumbares y caudales), epífisis proximal del húmero derecho, pelvis casi completa, fémur izquierdo sin epífisis proximal, mitad proximal de fémur derecho, tibia-fíbula izquierda casi completas, astrágalo izquierdo, calcáneo, cuboides, navicular y metatarsales III, IV y V derechos. *P. parvum* es de tamaño mediano, comparable a *Dasyopus novemcinctus*, sin embargo, los osteodermos que conforman la coraza dorsal son muy pequeños. De la coraza dorsal se han recuperado tres fragmentos, el más pequeño con cuatro bandas, uno intermedio con nueve y el de mayor tamaño con 36 bandas de osteodermos móviles. No se observa ningún indicio de formación de pseudoescudo o escudo escapular, ni de escudo pélvico. El fragmento con el mayor número de bandas presenta variación tanto en la forma como en el tamaño de los osteodermos. En éste, los osteodermos de las regiones anterior y laterales son cuadrangulares, mientras que en las regiones central y posterior son rectangulares. Los osteodermos aumentan de tamaño hacia la región posterior, a lo largo del eje dorsal. La longitud de los osteodermos oscila entre 4,97 mm y 9,20 mm, mientras que el ancho varía entre 4,30 mm y 5,25 mm. Para destacar el tamaño pequeño de los osteodermos, se relaciona la longitud total de las vértebras del sacro, en línea recta, con la longitud de los osteodermos del eje medio de la coraza dorsal. La proporción resultante se compara con la obtenida para una especie más pequeña (*Chaetophractus vellerosus*) y una de tamaño mayor (*Propraopus grandis*). En *Pucatherium parvum* los osteodermos representan sólo un 7% a 8% de la longitud ventral del sacro. En *C. vellerosus*, en cambio, la longitud corresponde a un 35% de la del sacro y por su parte en *P. grandis* corresponde a un 23%.

En los dos fragmentos más pequeños, los osteodermos son de forma cuadrangular o subtriangular y miden entre 3,98 mm a 4,90 mm de largo y 2,67 mm a 3,19 mm de ancho. En éstos, la superficie externa es algo rugosa y la figura principal se orienta hacia el borde lateral externo. Esto podría corresponder a la región lateral de la coraza dorsal, cercana al margen. Los osteodermos del estuche caudal presentan el mismo diseño que los de la coraza dorsal, tanto en la región articular anterior como en la región expuesta, la diferencia más notoria es que presentan el margen anterior redondeado.

El sinsacro está conformado por ocho vértebras, la pelvis presenta la sínfisis púbica muy ancha en su eje craneocaudal y la superficie articular del acetábulo es cóncava y profunda. Por su parte el fémur es robusto, el trocánter mayor está muy desarrollado, la cabeza articular es fuertemente convexa y está soportada por un cuello largo.

El nuevo ejemplar de *P. parvum* permite registrar la variación en el tamaño y la forma de los osteodermos de las diferentes regiones de la coraza y postular que ésta

estaría totalmente integrada por osteodermos móviles, otorgándole un alto grado de movilidad en el eje antero-posterior.

Una datación U/Pb de $39,9 \pm 0,4$ Ma tomada en niveles próximos al techo de la Formación Lumbreira superior, permite acotar el biocrón de *Pucatherium parvum* al Eoceno medio (del Papa *et al.* 2010). Esto, sumado a la amplia distribución geográfica del taxón permite correlacionar la Formación Lumbreira superior con la Formación Quebrada de los Colorados en la provincia de Salta, la Formación Geste en la puna de las provincias de Catamarca y Salta y la Formación Casa Grande, aflorante en la provincia de Jujuy.

Diversos autores plantean que la presencia de grupos de mamíferos basales en el noroeste de Argentina, indica que ésta fue una región importante en la diversificación temprana de algunos linajes de notoungulados (Pascual *et al.* 1996, Goin *et al.* 1998, García López y Powell 2011, Powell *et al.* 2011). Herrera *et al.* (2016) recuperan a *Pucatherium parvum* y a *Lumbreratherium oblitum* como un clado basal en el contexto de los Dasypodidae. La posición basal de estos armadillos paleógenos del noroeste de Argentina, muy particulares por la distintiva morfología de sus osteodermos y su dentición, refuerza la hipótesis de un origen intertropical de diversos clados de mamíferos, diferentes de aquellos de regiones paleógenas más australes de Argentina.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bond, M., Vucetich, M.G. y Pascual, R. 1984. Un nuevo Notoungulata de la Formación Lumbreira (Eoceno) de la Provincia de Salta, Argentina. Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados. La Plata, Buenos Aires. Asociación Paleontológica Argentina 1: 20.
- del Papa, C. 2006. Estratigrafía y Paleoambientes de la Formación Lumbreira, Grupo Salta, Noroeste Argentino. Revista de la Asociación Geológica Argentina 61: 15-29.
- del Papa, C., Kirschbaum, A., Powell, J., Brod, A., Hongn, F., Pimentel, M. 2010. Sedimentological, geochemical and paleontological insights applied to continental omission surfaces: a new approach for reconstructing Eocene foreland basin in NW Argentina. Journal of South America Earth Sciences 29: 327-345. doi:10.1016/j.jsames.2009.06.004
- García López, D.A. y Powell, J.E. 2009. Un nuevo Oldfieldthomasiidae (Mammalia: Notoungulata) del Paleógeno de la Provincia de Salta, Argentina. Ameghiniana 46: 153-164.
- García López, D. y Powell, J. 2011. *Griphotherion peiranoi* gen. et sp. nov., a new Eocene Notoungulata (Mammalia, Meridiungulata) from northwestern Argentina. Journal of Vertebrate Paleontology 31: 1117-1130.
- Goin, F.J., Candela, A. y López, G.M. 1998. Middle Eocene marsupials from Antofagasta de la Sierra, Northwestern Argentina. Geobios 31: 75-85.
- Herrera, C.M., Powell, J.E. y del Papa, C.E. 2012. Un nuevo Dasypodidae (Mammalia, Xenarthra) de la Formación Casa Grande (eoceno) de la provincia de Jujuy, Argentina.



- Ameghiniana 49: 267–271.
- Herrera, C.M., Powell, J.E., Esteban, I. y del Papa, C. 2016. A new Eocene dasypodid with caniniforms (Mammalia, Xenarthra, Cingulata) from Northwest Argentina. *Journal of Mammalian Evolution*. doi: 10.1007/s109140169345-x.
- Lapiana, A.T., del Papa, C., Gaiero, D. 2016. Los Depósitos limolíticos eocenos de la Formación Lumbrera superior (Salta, Argentina): discusión sobre el posible origen eólico. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 23: 743-758.
- Pascual, R., Ortiz Jaureguizar, E., Prado, J.L. 1996. Land mammals: paradigm for Cenozoic South American geobiotic evolution. *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen A* 30: 265–319.

ASPECTOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS DE LOS OSTRÁCODOS MARINOS DE LA FORMACIÓN PUNTA TORCIDA (EOCENO INFERIOR), ISLA GRANDE DE TIERRA DEL FUEGO, ARGENTINA

Gabriel Eugenio JANNOU

Servicio Geológico Minero Argentino, Benjamín Lavaisse 1194, (C1107BJD) Buenos Aires, Argentina.
Correo electrónico: gabriel.jannou@segemar.gov.ar

ABSTRACT

Paleobiogeographic affinities of the marine ostracods from the Punta Torcida Formation (Lower Eocene), Tierra del Fuego Island, Argentina. The marine ostracods of paleobiogeographic significance from the Punta Torcida Formation (Lower Eocene, Tierra del Fuego, Austral Basin, Argentina) are illustrated and their faunal affinities analyzed. At its type locality, Cabo Campo del Medio, the Punta Torcida Formation is composed of 220m of siltstones with interbedded sandstones, that yielded a total of 87 species of ostracoda distributed in 44 genera and 17 families. Preservation is moderate to good and the taphonomic features of the assemblages suggest hydrodynamic concentrations. The dominance of Cytheruridae, Cytherellidae and Trachyleberididae over the Hemicytheridae, and the occurrence of few thermophilic species suggest temperate to warm-temperate waters. Compared with other ostracod assemblages from the Cenozoic of the Austral Basin, the highest similarity at specific level, indicated by the Jaccard's similarity index, is with the assemblage of the Río Bueno Formation (early Middle Eocene; 20 shared species), followed by those from the middle Member of La Despedida Formation (Middle-Upper Eocene, 10 shared species) and from the Punta Noguera Formation (Lower Eocene; 9 shared species). In northern Patagonia, the Roca Formation (Danian) shares several species with the Punta Torcida Formation. In the high latitudes of the Southern Hemisphere, marked affinities at the species level are found with the assemblages from the Valle de las Focas Member of the La Meseta Formation (Eocene, Antarctic Peninsula), from the ?Middle-Upper Eocene of Australia and from the New Zealand Eocene.

Keywords: Ostracods, Austral Basin, lower Eocene, paleobiogeography.

INTRODUCCIÓN

Se ilustran por primera vez los ostrácodos marinos del Eoceno inferior de Tierra del Fuego contenidos en la Formación Punta Torcida, lográndose una visión general del grupo para el extremo Sur de América del Sur, en uno de los períodos más singulares de la historia cenozoica. La Formación Punta Torcida, de edad cercana al límite Eoceno Temprano-Medio (Olivero y Malumián 1999, Jannou 2009, Malumián *et al.* 2014 y Jannou 2014), está contenida o próxima al óptimo climático del Eoceno temprano (Early Eocene Climatic Optimum, EECO) datado entre los 52 a 50 Ma (e.g. Zachos *et al.* 2001).

Durante el EECO imperaron condiciones paleoclimáticas parasubtropicales en altas y medianas latitudes (Zachos *et al.* 2001). Asociados al EECO se produjeron importantes extinciones de ostrácodos y foraminíferos bentónicos de ambientes profundos y cambios en las asocia-

ciones de foraminíferos planctónicos y bentónicos neríticos (e.g. Majoran y Dingle 2001). La Formación Punta Torcida reviste especial interés, ya que es una de las pocas formaciones marinas del Eoceno Inferior representada en el ámbito patagónico-fueguino. Su abundante y diversificada asociación de ostrácodos, permite comparar y reconocer afinidades entre los ostrácodos paleógenos de Patagonia y de otras regiones del Hemisferio Sur (por antecedentes, ver Jannou 2009 y referencias allí citadas).

MATERIALES Y MÉTODOS

En la sección tipo de la Formación Punta Torcida (Figs. 1A y 2), se extrajeron 24 muestras: cinco, provenientes de niveles arenosos de los miembros inferior y medio, todas proporcionaron ostrácodos y foraminíferos; y 19 muestras fueron colectadas de niveles limolíticos de los tres miembros, todas proporcionaron foraminíferos; nueve, ostrácodos y dos radiolarios.

Cuadro 1. Especies estudiadas en localidades de la misma cuenca, de cuencas cercanas y del sur de altas latitudes, aplicado el índice de Jaccard. Datos de 1, 2 y 3 son preliminares (ver Jannou 2009 y referencias allí citadas).

FORMACIONES FORMACIONES ESPECIES Fm. Punta Torcida (87 sp.)	Cuenca Austral														Australia				
	C. Neuquina	Fm. Roca (Echeverría 1995)	Fm. Cerro Dorotea (Malumíán et al., 2000)	Fm. Punta Noguera (1)	Fm. Rio Bueno (2)	Perfil de la Despedida (Echeverría, 1990)		Fm. Rio Turbio (Malumíán et al., 2000)		Fm. San Julián (Valicenti, 1977)	Fm. San Julián (3)		Fm. Centinela (Echeverría 1991a y b; 2000)	Fm. Magallanes (Kleibowicz, 1988)	Fm. La Meseta (Szczuchura 2001)	Palaoceno Superior (Neil, 1997)	Eoceno Medio?-Superior (Mckenzie et al., 1993)	(Mckenzie et al., 1991)	
						Inf.	Sup.	Inf.	Sup.		Inf.	Sup.						Eoceno Superior	Oligoceno Superior
Total de especies	84 sp.	6 sp.	21 sp.	32 sp.	27 sp.	5 sp.	11 sp.	13 sp.	15 sp.	12 sp.	29 sp.	78 sp.	19 sp.	16 sp.	44 sp.	100 sp.	16 sp.	70 sp.	
<i>Actinocythereis indigena</i>	+	+																	
?A. cf. C.? <i>flexuosa</i>																			
<i>Amphicytherura dinglei</i>			+	+								+					+		
<i>Arcacythere</i> sp. aff. <i>chapmani</i>																		+	
<i>Argilloecia</i> sp.												+							
<i>Aurila</i> sp.																			
<i>Australicythere</i> sp.			+	+	+			+	+										
<i>Aversovalva yaringa minor</i>																		+	
<i>Aversovalva nairana</i>																		+	
<i>Bairdopilata</i> sp.	+		+	+	+							+							
<i>Bensonia</i> sp. en Echeverría								+											
<i>Cativalva</i> sp. aff. <i>C. bensoni</i>																			
<i>Cushmanidea</i> sp.												+	+						
<i>Cytherella</i> sp. aff. <i>C. utilis</i>	+	+		+															
<i>Cytherelloidea spirocostata</i>	+																		
<i>Cytheralisson</i> sp. en McK. R. y R																		+	
Genus et species indet. en Szcz.			+																
<i>Hemicytherura</i> sp.				+															
<i>Henryhowella</i> sp. aff. <i>H. cuevense</i>								+											
<i>Henryho.</i> sp. aff. <i>H. santacruceana</i>								+											
<i>Hornibrookella</i> sp. 2 en Echev.			+					+	+										
<i>Krithe rocana</i>	+				+														
<i>Krithe</i> sp. aff. <i>K. Rocana</i>					+	+													
<i>Krithe?</i> sp.	+																		
<i>Palmoconcha similis</i>	+			+															
? <i>Maddocksella</i> sp. en Szcz.			+	+															
<i>Microcytherura</i> sp.				+														+	
<i>Munseyella</i> sp. A			+	+															
<i>Munseyella</i> sp. B				+															
<i>Munseyella pseudobrevis</i>					+														
<i>Oculocytheroptheron megalops</i>				+														+	
<i>Paracypris</i> sp.			+	+	+			+			+								
<i>Paranesidea</i> cf. <i>vadum</i> W.sensu MRyR.																		+	
<i>Protocosta struveae</i>	+																		
<i>Phlyctenophora</i> sp.																		+	
<i>Rotundacythere rotunda</i>				+													+	+	
<i>Semicytherura costulopunctata</i>				+														+	
<i>Togoina argentinensis</i>	+			+															
<i>Togoina</i> sp.					+														
<i>Trachyleberis weiperti</i>	+																		
<i>Wichmannella deliae</i>				+							+	+	+	+					
<i>Wichmannella</i> sp. 1 aff. <i>W. juliana</i>					+														
<i>Xestoleberis</i> sp.				+							+	+	+						
INDICE DE JACCARD	6,2	2,2	9,1	20,2	9,6	1,1	3,2	1	1	5,3	3,6	2,5	1	5,1	0,8	4,5	1	1,3	

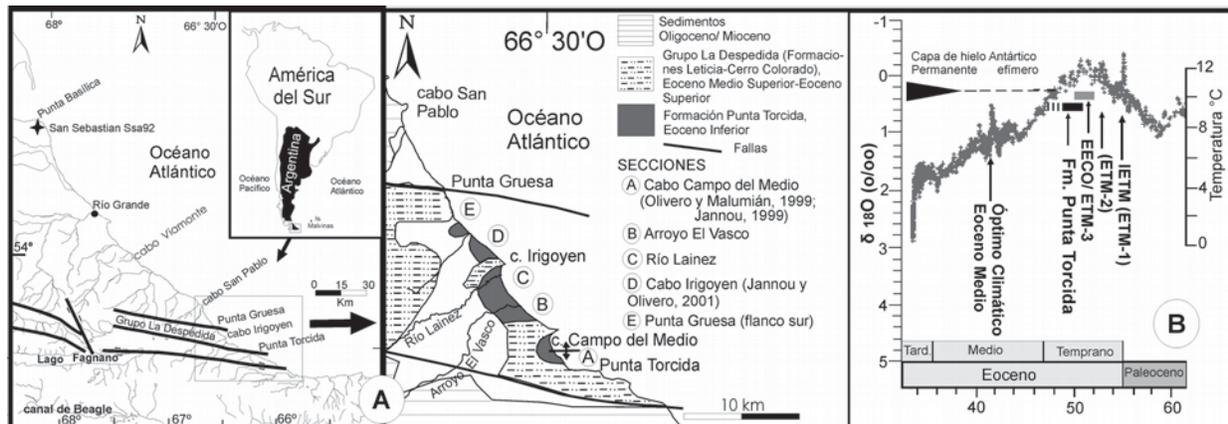


Figura 1. A, Mapa de localidades y principales unidades estratigráficas. B, Posición estratigráfica de la Formación Punta Torcida cotejada con la curva de $\delta^{18}O$ de foraminíferos bentónicos de Zachos *et al.* 2001. IETM/ETM-1= Máximo Termal Eoceno Inicial ó Máximo termal Eoceno-1; ETM-2= segundo hipertermal del Eoceno temprano y EECO/ETM-3= Óptimo Climático del Eoceno Inferior o tercer hipertermal del Eoceno temprano (Kroon y Zachos 2007).

Las muestras fueron procesadas según métodos y técnicas estándar: 200 gramos de muestra se desagregaron en H₂O con un 10% de agua oxigenada de 100 volúmenes, y se lavaron sobre tamiz de malla 64 micrones de abertura. La observación y recuperación del material se hizo mediante lupa binocular, y la ilustración mediante MEB del SEGEMAR.

Se calculó el índice de Jaccard entre los ensambles de ostrácodos de la Formación Punta Torcida y aquellos del Paleógeno de la cuenca Austral, de otras cuencas patagónicas, y de altas latitudes del Hemisferio Sur, y datos preliminares de estudios en curso por el autor de las formaciones Punta Noguera, Río Bueno y San Julián (ver Jannou 2009 y referencias allí citadas).

CARACTERÍSTICAS Y EDAD DE LOS OSTRÁCODOS DE LA FORMACIÓN PUNTA TORCIDA

En el perfil de cabo Campo del Medio de la Formación Punta Torcida (Fig. 2), constituido por 220m de limolitas con intercalación de areniscas finas, se diferencian tres miembros de creciente relación limolita/arenisca. La mayor abundancia y diversidad de los ostrácodos provienen de niveles arenosos de los miembros inferior y medio (Fig. 1A). Veinticuatro muestras brindaron en los niveles arenosos 87 especies en más de 2000 individuos, siendo los más frecuentes: cytherurididos, trachyleberididos, cytherelididos, amphicytherurididos, pectocytherididos y hemicytherididos, con caparzones y valvas de tamaño medio a grande, moderadamente calcificados, la mayoría ornamentados y con regular a buena conservación (signos de abrasión por rolido, rotura de caparzones y selección por tamaños).

Por su parte, los niveles limolíticos proporcionaron

68 individuos asignables a siete especies, los más frecuentes: cytherelididos, krithelididos, pontocyprididos, xestoleberididos, trachyleberididos y eucytherididos, con caparzones y valvas de tamaños medio a pequeño, moderadamente calcificados, la mayoría lisos a débilmente ornamentados y con buena conservación pero con signos de abrasión por rolido.

La edad eocena temprana tardía de los ostrácodos es avalada por estudios con foraminíferos (Malumián *et al.* 2014) y radiolarios (Jannou, 2014).

AFINIDADES MICROFAUNÍSTICAS

De las 87 especies halladas en la Formación Punta Torcida, aproximadamente el 45% fueron previamente reconocidas en el Paleógeno del Hemisferio Sur. Aplicado el índice de Jaccard a los ostrácodos de la cuenca Austral (Cuadro 1), en orden decreciente de afinidad resultan valores de: 20,2 para la Formación Río Bueno (Eoceno Medio Temprano); 9,6 para la Formación Leticia, equivalente al miembro intermedio del perfil La Despedida (Eoceno Medio-Superior); 9,1 para la Formación Punta Noguera (Eoceno Temprano); 5,3 y 3,6 respectivamente para los miembros inferior y superior de la Formación San Julián (Oligoceno superior-Mioceno Inferior); 3,2 para el miembro inferior de la Formación Río Turbio (Eoceno Inferior); 2,5 con la Formación Centinela (Mioceno Inferior); y 2,2 con la Formación Cerro Dorotea (Daniano). Dentro del ámbito de la Patagonia septentrional, se obtiene un valor de 6,2 para la Formación Roca (Daniano) de cuenca Neuquina. En altas latitudes del Hemisferio Sur, un valor de 5,1 para el Miembro Valle de la Focas de la Formación La Meseta (Eoceno), península Antártica; y de 4,5 para el Eoceno Medio?-Superior de Australia.

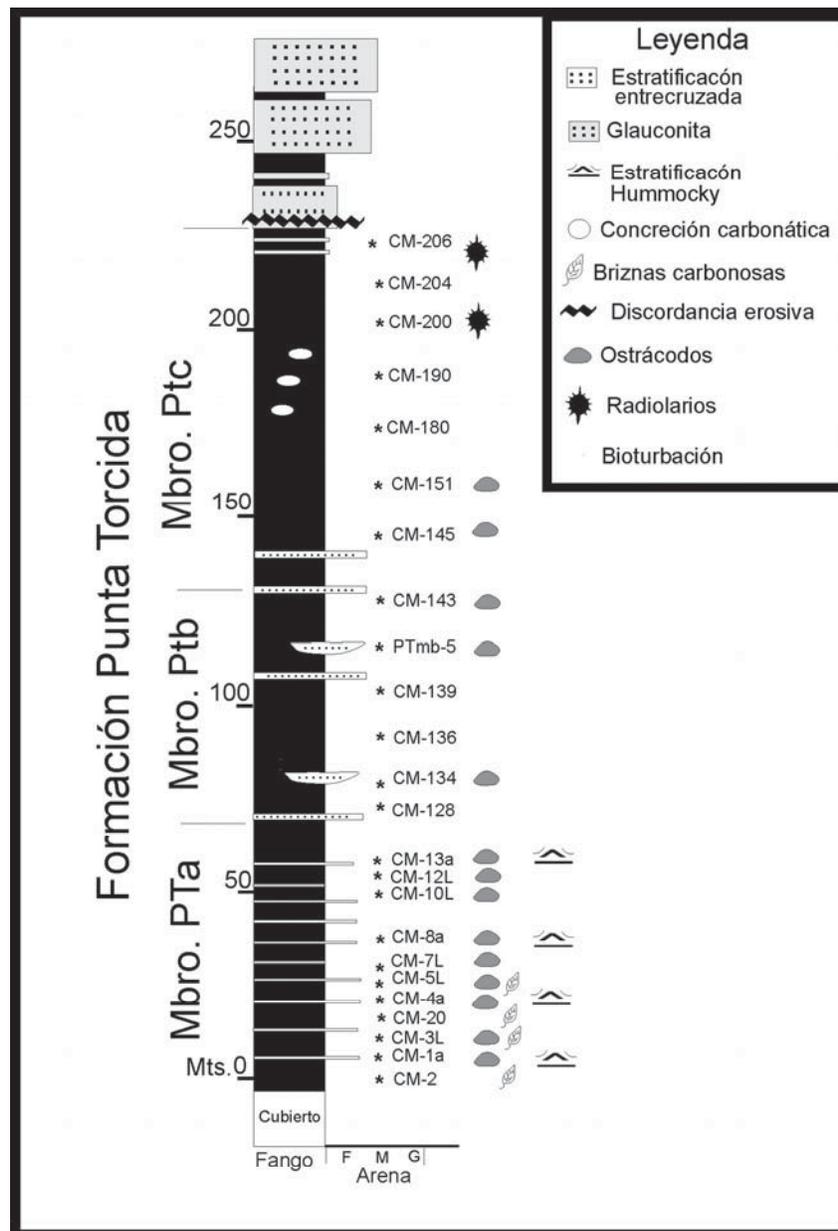


Figura 2. Columna estratigráfica y localización de las muestras en la localidad tipo de cabo Campo del Medio de la Formación Punta Torcida. Localización en Figura 1.

Por último Jannou (2009) comparo contra: 104 y 32 especies halladas respectivamente por Ayress (1995 y 1996) para el Eoceno Superior de Nueva Zelanda, compartiendo *Eucythere gravepuncta* (Hornibrook), *Munseyella pseudobrevis* Ayress, *Eucythere* sp. en Ayress (1995) y *Semicytherura eocenica* Ayress;

19 especies halladas por Blaszyk (1987) para el Oligoceno de la Formación King George Island, cabo Polonez de Antártida, compartiendo *Eucythere polonezensis* Blaszyk; y 40 especies halladas por Majoran y Dingle (2002) para el Paleógeno del Maud Rise, ODP 689, compartiendo *Aversovalva* cf. *westaustraliense* Neale.

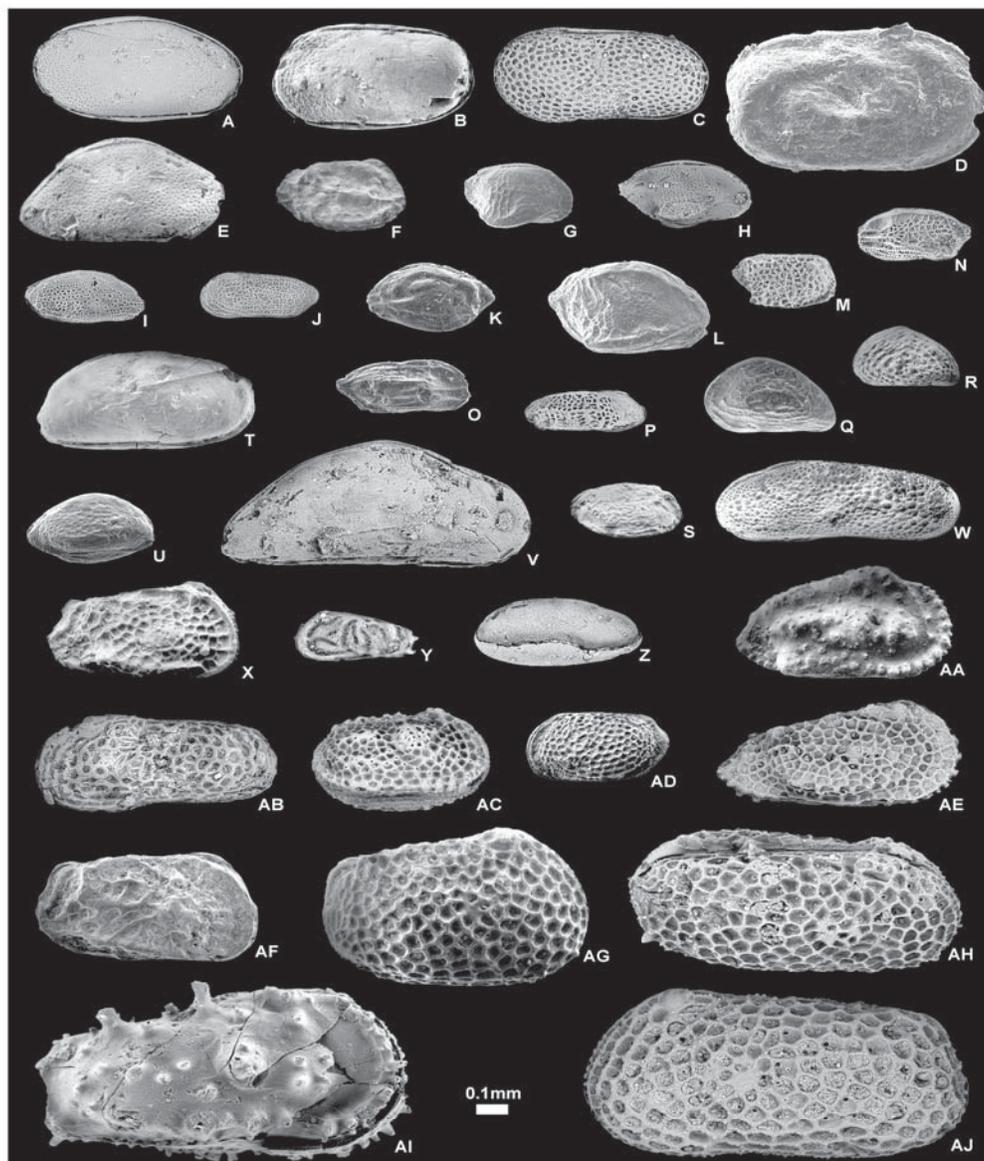


Figura 3. Todos los caparazones y valvas están depositados en el SEGEMAR (Servicio Geológico Minero Argentino). Las especies ilustradas provienen de los niveles arenosos del Mbro. PTa y Mbro. PTb de cabo Campo del Medio. A, *Cytherella* sp. aff. *utilis* Bertels 1973; B, *Cytherella* sp.; C, *Platella* sp.; D, *Cytherelloidea spirocostata* Bertels 1973; E, *Paranesidea* sp. cf. *vadum* Warne sensu McKenzie, Reyment y Reyment 1991; F, *Amphicytherura dinglei* McKenzie, Reyment y Reyment 1993; G, *Aversovalva yaringa minor* McKenzie, Reyment y Reyment 1993; H, *Aversovalva* sp. cf. *westaustraliense* Neale; I, *Cytherura* sp. aff. *delicatula* Hornibrook 1952; J, *Cytherura* sp. aff. *argentinensis* Bertels 1974; K, *Kangarina* sp. B; L, *Oculocytheropteron megalops* McKenzie, Reyment y Reyment 1993; M, *Eucytherura* sp. A; N, *Semicytherura* sp. aff. *eocenica* Ayress 1996; O, *Semicytherura costulopunctata* McKenzie, Reyment y Reyment 1993; P, *Semicytherura* sp. B; Q, *Eucythere polonezensis* Blaszyk 1987; R, *Eucythere gravepuncta* Hornibrook; S, *Microcycytherura* sp. en McKenzie, Reyment y Reyment 1991; T, *Krithe* sp. aff. *rocana* Bertels sensu Echevarría 1990; U, *Aurila* sp.; V, *Paracypris* sp.; X, *Cushmanidea* sp.; Y, *Munseyella* sp. aff. *pseudobrevis* Ayress 1995; Z, *?Maddoksella* sp. en Szczechura 2001; AA, *Actinocythereis indigena* Bertels 1973; AB, *Keijia flexuosa* (Bertels 1975); AC, *Henryhowella* sp. aff. *evax* (Ulrich y Bassler 1908) sensu Echevarría 1990; AD, *Palmoconcha similis* (Bertels 1973); AE, *Protocosta* sp. aff. *struveae* Bertels 1969; AF, *Hornibrookella?* sp. 2 en Echevarría 1990; AG, *Wichmannella deliae* Bertels; AH, *Wichmannella* sp. 1 aff. *W. juliana* Bertels 1975; AI, *Trachyleberis weiperti* Bertels 1969; AJ, Genus et species indet. en Szczechura 2001.

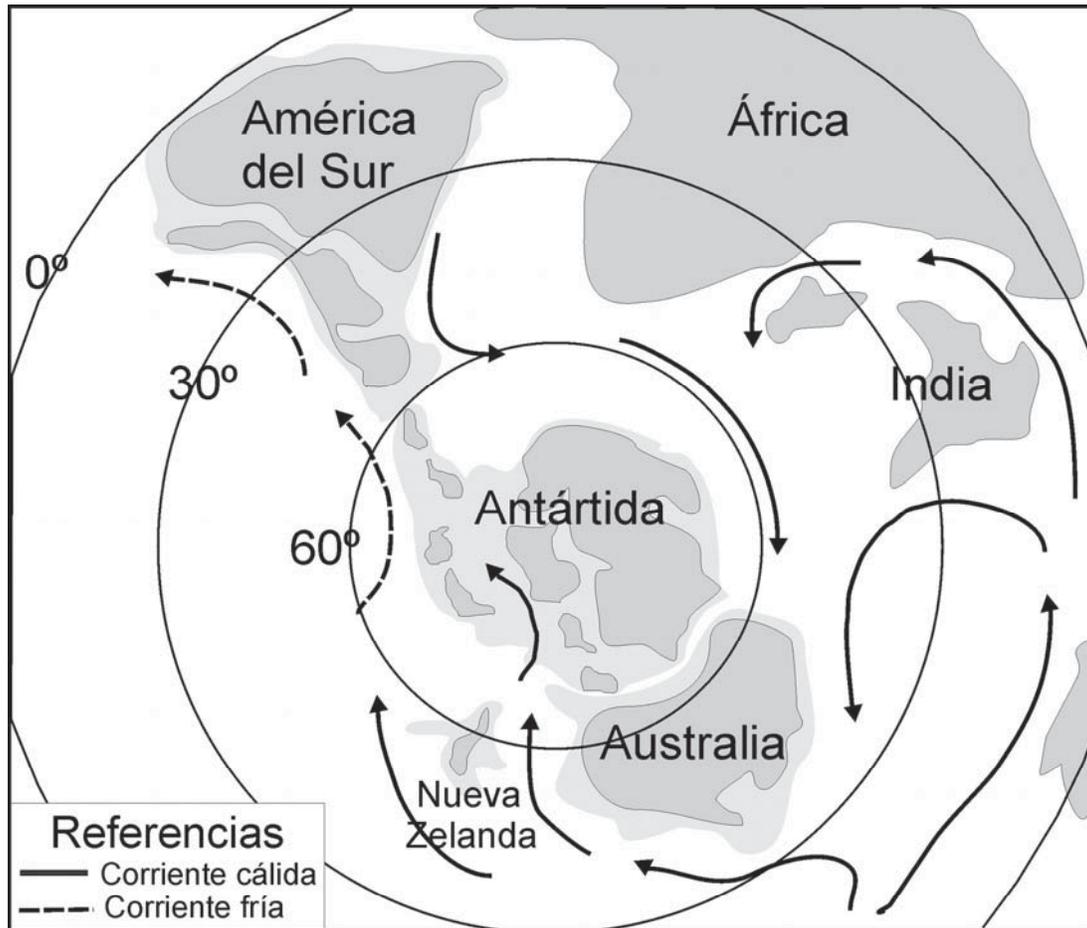


Figura 4. Mapa paleogeográfico esquemático para la región Circumpolar Antártica, mostrando la distribución de las corrientes de superficie en el Océano Austral durante el Eoceno Temprano (Mapa generado por Plate Tectonic/Reconstructions On-line Paleogeographic Mapper [<http://www.serg.unicam.it/Reconstructions.htm>]). Áreas en gris oscuro indican corteza continental y en gris claro plataforma. La Antártida permaneció libre de hielos hasta hace 35 Ma (Oligoceno). Hasta entonces quedaba casi unida a América del Sur y a Australia por mares muy someros.

DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

Las edades obtenidas a partir de foraminíferos planctónicos y radiolarios, equivalente a las Zonas P7 a P8 de Berggren y Miller (1988), que se calibrarían entre 52,3-49,3 Ma, indican que la Formación Punta Torcida se depositó posteriormente al evento IETM (*Initial Eocene Thermal Maximum*) calibrado en 55,8 Ma (Zachos *et al.* 2001) y estaría dentro del tercer máximo termal del Eoceno inferior (EECO o Evento X o máximo termal Eoceno-3 = ETM-3), de edad entre 52-50 Ma (Kroon y Zachos 2007).

Dingle y Majoran (2001) estimaron las fluctuaciones de temperatura para el sudeste de Australia y el sur de la Argentina, desde el Eoceno al Plioceno, teniendo en cuenta la relación inversa al porcentaje de hemicyterídeos. En la Formación Punta Torcida, las familias más re-

presentadas son: un 27% Cytheruridae, 24% Trachyleberididae, 8% Pectocytheridae, 6% Cytherellidae y 4% Hemicytheridae (Jannou 2009). El relativo bajo porcentaje de los hemicytherídeos sugiere aguas templadas a templado-cálidas (*cf.* Dingle y Majoran 2001), relacionado con el comienzo del deterioro climático en el Hemisferio Sur, posterior al IETM, siguiendo la tendencia de la curva de $\delta^{18}\text{O}$ (Kroon y Zachos 2007; Figura 1B). Por otra parte, la presencia de *Cytherelloidea* representada por dos valvas de *C. spirocostata* Bertels en el miembro inferior, un taxón termófilo, aunque gradualmente adaptado a temperaturas más frías hacia fines del Cretácico y del Paleógeno (e.g. Majoran y Widmark 1998), sugiere un ambiente marino somero y de aguas templado-cálidas.

Al aplicar el índice de Jaccard a los ensambles de ostrácodos surgen algunas discrepancias. La primera resulta de comparar las especies de la Formación Punta Torci-

da con aquellas del Daniano de las formaciones Cerro Dorotea de cuenca Austral y Roca de cuenca Neuquina. Las seis especies de ostrácodos halladas en la Formación Cerro Dorotea son comunes con las de la Formación Roca, sin embargo es esta última la que tiene mayor grado de afinidad con los de la Formación Punta Torcida.

Otra discrepancia que surge de comparar los ostrácodos con el índice de Jaccard es el bajo valor que tienen para la Formación Punta Torcida y el Miembro Inferior de la Formación Río Turbio, de similar edad. Es probable que la baja afinidad entre los ostrácodos esté dada por el tipo de ambiente donde habitaron, siendo para la Formación Río Turbio parálisis de circulación restringida, con alto contenido de carbón como consecuencia de las condiciones de muy baja oxigenación, donde prosperan los ostrácodos de formas lisas o poco ornamentados y poco diversificadas (Malumián 1999). En cambio, los rasgos tafonómicos, sumado a las relaciones adultos/ juveniles y caparazón cerrado/ valva abierta que tienen los ostrácodos de la Formación Punta Torcida sugieren concentraciones hidrodinámicas originadas por fenómenos de tormentas, condiciones óxicas a disóxicas y profundidades equivalente a plataforma media a externa (Jannou 2009).

En relación con las afinidades faunísticas en el Océano del Sur durante el Eoceno, Szczechura (2001) señaló que de los 15 géneros que reconoció para la Formación La Meseta, casi la mitad son comunes con el Eoceno del sur de Australia y/o Nueva Zelanda (e.g. McKenzie *et al.* 1991, 1993; Ayress 1995). También menciona la afinidad a nivel genérico con el Cenozoico de Patagonia, en particular por *Wichmannella*, *Henryhowella*, y *Majungaella*. Por otro lado, la similitud existente entre los ostrácodos eocenos del sur de Australia y Nueva Zelanda fue demostrada por Ayress (1995), quien también menciona ciertas afinidades a nivel genérico con Patagonia.

Se corroboran los resultados paleobiogeográficos de McKenzie *et al.* (1991, 1993), Ayress (1995, 1996) y Szczechura (2001) en relación con la existencia de una comunicación entre América del Sur, Antártida y Australia/ Nueva Zelanda para el Eoceno, por una marcada afinidad a nivel genérico y en particular con algunas especies en común entre los ostrácodos de la Formación Punta Torcida, del Eoceno de la Formación La Meseta y del Eoceno Medio?-Superior de Australia, sugiriendo una cercanía con la primera y un brazo que comunicara con la segunda (ver Fig. 4). A nivel de familia (ver Jannou 2009), Cytheruridae es la que tiene el mayor número de especies compartidas (cuatro) entre los ostrácodos de Punta Torcida y los del Eoceno Medio?-Superior de Australia. Además, con un 27% de los géneros es la más representativa del Paleogeno de cuenca Austral, sin representantes en el Eoceno de Antártida y con un 23 y 20% para el Paleoceno Superior y Eoceno Medio?-Superior

de Australia, respectivamente. Pero a partir del Oligoceno, mientras en Antártida su representación sube a un 36%, en cuenca Austral y Australia manifiestan una declinación.

AGRADECIMIENTOS

A los Dres. C. Náñez y N. Malumián por la lectura crítica y sus comentarios; y al Servicio Geológico Mine-ro Argentino (SEGEMAR).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Ayress, M.A. 1995. Late Eocene Ostracoda (Crustacea) from the Waihao District, South Canterbury, New Zealand. *Journal of Paleontological* 69: 897-921.
- Ayress, M.A. 1996. New Species and Biostratigraphy of Late Eocene Cytherurid Ostracoda from New Zealand. *Revista Española de Micropaleontología* 28: 11-36.
- Berggren, W.A. y Miller, K.G. 1988. Paleogene tropical planktonic foraminifer biostratigraphy and magnetobiochronology. *Micropaleontology* 34: 362-380.
- Dingle, R.V. y Majoran, S. 2001. Palaeo-Climatic and-Biogeographical Implications of Oligocene Ostracoda from CRP-2/2A and CRP-3 Drillholes, Victoria Land Basin, Antarctica. *Terra Antarctica* 8: 369-382.
- Jannou, G.E. 2009. Microfósiles marinos del Eoceno inferior, Isla Grande de Tierra del Fuego, Argentina: Bioestratigrafía, Paleoambiente y Paleobiogeografía. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Buenos Aires (inérita), 228 p., Buenos Aires. Disponible en: <http://digital.bl.fcen.uba.ar/>
- Jannou, G.E. 2014. Aspectos Bioestratigráficos, Paleoclimáticos y Paleoclimáticos de los radiolarios de la Formación Punta Torcida, Eoceno Inferior, cuenca Austral, sur de Sudamérica. 19º Congreso Geológico Argentino. Paleontología, Paleoecología y Bioestratigrafía T2-2. Córdoba.
- Kroon, D. y Zachos, J.C. 2007. Leg 208 Synthesis: Cenozoic climate cycles and excursions. En: Kroon, D.; Zachos, J.C. y Richter, C. (eds) *Proceeding of the Drilling Program, Scientific Results, Ocean Drilling Program* 208: 1-55.
- Majoran, S. y Dingle, R.V. 2001. Cenozoic Deep-Sea Ostracods from Southwestern South Atlantic (DSDP/ODP Sites 329, 513 y 699). *Revista Española de Micropaleontología* 33: 205-215.
- Majoran, S. y Widmark, J.G.V. 1998. Response of deep sea ostracod assemblages to Late Cretaceous palaeoceanographical changes: ODP Site 689 in the Southern Ocean. *Cretaceous Research* 19: 843-872.
- Malumián, N. 1999. La sedimentación y el volcanismo terciario en la Patagonia extraandina. En Caminos, R. (ed.) *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29: 557-578.
- Malumián, N., Náñez, C.A. y Jannou, G.E. 2014. The age of the Punta Torcida Formation, Eocene, Magallanes Basin, Argentina: the Genera *Planorotalites* and *Igorina* (Planktonic Foraminifera). 19º Congreso Geológico Argentino. Estratigrafía y Sedimentología T1-30, Córdoba.
- Mckenzie, K.G., Reymont, R.A. y Reymont, E.R. 1991. Eocene-Oligocene Ostracoda from south Australia and Victoria, Australia. *Revista Española de Paleontología* 6: 135-175.



- Mckenzie, K.G., Reyment, R.A. y Reyment, E.R. 1993. Eocene Ostracoda from the Browns creek Clays at Browns Creek and Castle Cove, Victoria, Australia. *Revista Española de Paleontología* 8: 75-116.
- Olivero, E.B. y Malumián, N. 1999. Eocene stratigraphy of Southeastern Tierra del Fuego Island, Argentina. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 83: 295-313.
- Szcechura, J. 2001. Ostracods from the Eocene of Seymour Island, Antarctic Peninsula. En: *Paleontological Results of the Polish Antarctic Expedition, Part 3* (Gazdzicki, A. editor). *Palaeontologia Polonica* 60: 157-180.
- Zachos, J., Pagani, M., Sloan, L., Thomas, E. y Billups, K. 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *Science* 292: 686-693.

NEW PERSPECTIVES ON THE CHRONOSTRATIGRAPHY OF LOWER PALEOCENE-MIDDLE EOCENE SEQUENCES IN THE SAN JORGE BASIN

J. Marcelo KRAUSE^{1,2,*}, William C. CLYDE³, Mauricio IBÁÑEZ-MEJÍA⁴, Mark D. SCHMITZ⁵,
Eduardo S. BELLOSI⁶, Peter WILF⁷

¹CONICET–Museo Paleontológico Egidio Feruglio, Avenida Fontana 140, 9100, Trelew, Argentina. mkrause@mef.org.ar

²Departamento de Geología, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco,
Ruta Provincial 1 s/n, 9000, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina

³Department of Earth Sciences, University of New Hampshire, 56 College Road, Durham,
New Hampshire 03824, USA. will.clyde@unh.edu

⁴Department of Earth and Environmental Sciences, University of Rochester, Rochester, New York 14627,
USA. ibanezm@rochester.edu

⁵Department of Geosciences, Boise State University, 1910 University Drive, Boise,
Idaho 83725, USA. markschmitz@boisestate.edu

⁶CONICET–Museo Argentino de Ciencias Naturales, Ángel Gallardo 470, 1405 Buenos Aires, Argentina. ebellosi@sei.com.ar

⁷Department of Geosciences, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania 16802, USA. pwilf@psu.edu

RESUMEN

Nuevas perspectivas sobre la cronoestratigrafía de las secuencias bajas del eoceno paleoceno-medio en la cuenca de San Jorge. Se presenta una actualización del esquema cronoestratigráfico del Paleógeno inferior-medio en la cuenca San Jorge de la Patagonia central. El nuevo esquema incluye: 1) revisión estratigráfica de secuencias continentales y su relación con las diferentes Edades Mamífero de América del Sur (SALMAS); 2) análisis magnetoestratigráfico; 3) análisis geocronológico LA-MC-ICPMS y CA-ID-TIMS U/Pb de alta resolución en circones; y 4) comparación geocronológica y paleoclimática de las secuencias estudiadas con localidades fosilíferas de relevancia en Patagonia.

Palabras clave: Paleógeno inferior–medio, Formación Salamanca, Grupo Río Chico, SALMAS.

INTRODUCCIÓN

Outstanding Paleogene faunas and floras in Patagonia, Argentina, have global significance for understanding evolutionary trends during times of climate change (e.g. Woodburne et al. 2014). However, these studies require a well-constrained stratigraphic and chronologic framework, which has been historically difficult to achieve for some units from the San Jorge basin. Recent contributions now allow a better understanding of the temporal position of different fossiliferous localities and the lateral relationships among different early Paleogene units (Dunn et al. 2013; Clyde et al. 2014; Comer et al. 2015; Krause et al. 2017). Furthermore, these new chronostratigraphic results allow better definition of the stratigraphic position of hyperthermal events (e.g. Eocene Thermal Maximum 2) as well as the longer-term Early Eocene Climatic Optimum and subsequent transition to cooler temperatures during the middle Eocene in Patago-

nia.

The current chronostratigraphic framework developed in the San Jorge Basin, based on magnetostratigraphic and geochronological results, constrains the ages of early Paleogene units as: Salamanca Formation, ca. 65.7–63.5 Ma (early-middle Danian; chrons C29n and C28n; Gradstein et al. 2012); Peñas Coloradas Formation, ca. 62.5–61.6 Ma (latest Danian; chrons C27n-bottom C26r; Clyde et al. 2014; Comer et al. 2015); middle Las Flores-Koluel- Kaike formations, ca. 51.4 – 42.2 Ma (mid Ypresian–late Lutetian; chrons C23n to C19r; Krause et al. 2017); Sarmiento Formation (Gran Barranca Member), ca. 42.11–41.70 Ma (latest Lutetian, base of chron C19r; Ré et al. 2010a, 2010b, Dunn et al. 2013).

The combination of these results with other published chronostratigraphic data from Paleogene units in Patagonia provides the opportunity to estimate the ages of important Paleogene plant and mammal sites as they relate to global climate change.

The main conclusions so far are: 1) New isotopic ages confirm that no significant unconformity exists at the Koluel-Kaike Formation–Gran Barranca Member (Sarmiento Formation) contact (Bellosi 2010); 2). The absence of any hiatus at the Las Flores and Gran Barranca localities, and the uniformity of the facies in the Gran Barranca Member at both of these localities suggest that the upper Koluel-Kaike Formation and the Cañadón Vaca Member of the Sarmiento Formation were deposited during a similar span of time, as suggested by Bellosi and Krause (2014); 3) The time of deposition of the Las Flores Formation at Las Flores (which contains a mammal assemblage referred to the Itaboraian SALMA) includes that of the floras from the La Huitrera Formation (e.g. Laguna del Hunco, Río Pichileufú, and Pampa de Jones), the fauna from the Cucullaea I Allomember (La Meseta Formation), and the Laguna Fría mammal assemblage (oldest “Sapoa”; La Huitrera Formation); 4) the time of deposition of the upper Koluel-Kaike Formation was contemporaneous with the Vacan (lower Casamayoran SALMA) and the La Barda mammal assemblages; and 5) The middle-upper Las Flores Formation and the Koluel-Kaike Formation record the Early Eocene Climatic Optimum and the transition toward icehouse conditions that began by the middle Eocene (Gran Barranca Member) and continued during the late Eocene-early Oligocene (Lower Puesto Almendra and Vera members, Sarmiento Formation).

More recent sampling by our team along Atlantic coast exposures of the Salamanca, Peñas Coloradas, and Las Flores Formations aims to facilitate direct temporal calibration of fossil localities that are integral to the early Paleogene SALMAs. Preliminary stratigraphic and paleomagnetic results from these areas suggest that these units are not significantly time-transgressive across the basin and the Las Flores Formation likely includes important intra-formational unconformities that have implications for the ages of key fossil horizons.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Bellosi, E.S. 2010. Physical stratigraphy of the Sarmiento Formation (middle Eocene - lower Miocene) at Gran Barranca, central Patagonia. In Madden, R., Carlini A., Vucetich, M., and Kay, R. (eds.) *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, Cambridge University Press: 19-31, Cambridge, UK.
- Bellosi, E.S. and Krause, J.M. 2014. Onset of the Middle Eocene global cooling and expansion of open-vegetation habitats in central Patagonia. *Andean Geology* 41: 29-48.
- Clyde, W.C., Wilf, P., Iglesias, I., Slingerland, R.L., Barnum, T., Bijl, P.K., Bralower, T.J., Brinkhuis, H., Comer, E.E., Huber, B.T., Ibañez-Mejía, M., Jicha, B.R., Krause, J.M., Schueth, J.D., Singer, B.S., Raigemborn, M.S., Schmitz, M.D., Sluijs, A., and Zamaloa, M.C. 2014. New age constraints for the Salamanca Formation and lower Río Chico Group in the western San Jorge Basin, Patagonia, Argentina: Implications for Cretaceous–Paleogene extinction recovery and land mammal age correlations. *Geological Society of America Bulletin* 126: 289-306.
- Comer, E.E., Slingerland, R.L., Krause, J.M., Iglesias, A., Clyde, W.C., Raigemborn, M.S., and Wilf, P. 2015. Sedimentary facies and depositional environments of diverse early Paleocene floras, north-central San Jorge Basin, Patagonia, Argentina. *Palaaios* 30: 553-573.
- Dunn, R., Madden, R., Kohn, M., Schmitz, M., Strömberg, C., Carlini, A., Ré, G., and Crowley, J. 2013. A new high precision U-Pb chronology for middle Eocene–early Miocene South American Land Mammal Ages of the Sarmiento Formation, Gran Barranca, Chubut Province, Argentina. *Geological Society of America Bulletin* 125: 539-555.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., and Ogg, G.M. 2012. *The Geologic Time Scale 2012*. Elsevier B.V., 2 volumes, 1144 p., Amsterdam.
- Krause, J.M., Clyde, W.C., Ibañez-Mejía, M., Schmitz, M.D., Barnum, T., Bellosi, E.S., Wilf, P. 2017. New age constraints for early Paleogene strata of central Patagonia, Argentina: Implications for the timing of South American Land Mammal Ages. *Geological Society of America Bulletin*, doi: 10.1130/B31561.1.
- Ré, G., Bellosi, E.S., Heizler, M., Vilas, J., Madden, R., Carlini, A., Kay, R., and Vucetich, M.G. 2010a. Geochronology for the Sarmiento Formation at Gran Barranca. In Madden, R., Carlini A., Vucetich, M., and Kay, R. (eds.). *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, Cambridge University Press: 46-59, Cambridge, UK.
- Ré, G.H., Geuna, S.E., and Vilas, J.F. 2010b. Paleomagnetism and magnetostratigraphy of Sarmiento Formation (Eocene–Miocene) at Gran Barranca, Chubut, Argentina. In Madden, R., Carlini A., Vucetich, M., and Kay, R. (eds.). *The Paleontology of Gran Barranca: Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia*, Cambridge University Press: 32-45, Cambridge, UK.
- Woodburne, M.O., Goin, F.J., Bond, M., Carlini, A.A., Gelfo, J.N., López, G.M., Iglesias, A., and Zimicz, A.N. 2014. Paleogene land mammal faunas of South America; a response to global climatic changes and indigenous floral diversity. *Journal of Mammalian Evolution* 21: 1-73.

EDAD U-PB DE LA FORMACIÓN DIVISADERO LARGO Y CONSIDERACIONES PALEOAMBIENTALES

J.F. MESCUA^{1*}, J.B. MAHONEY², J. SURIANO³, B. VERA¹, D. KIMBROUGH⁴, L. GIAMBIAGI¹,
E. CERDEÑO¹, E. BUELOW⁴

¹IANIGLA, CCT Mendoza, CONICET, Argentina. Av Ruiz Leal s/n, Parque San Martín, 5500, Mendoza, Argentina

²Department of Geology, University of Wisconsin, Eau Claire, Estados Unidos.

³GeBA-FCEyN, UBA-CONICET, Argentina.

⁴Department of Geological Sciences, San Diego State University, Estados Unidos.

ABSTRACT

U-Pb age of the Divisadero Largo Formation and paleoenvironmental implications. The Divisadero Largo Formation corresponds to a Cenozoic succession of sandstones and shales. Sedimentological and paleontological studies present apparently contradictory evidences of both humid and arid conditions during the deposition of this unit. Based on a new U-Pb age and sedimentological observations, we propose that the Divisadero Largo Formation records important climatic fluctuations associated to the Paleocene-Eocene Thermal Maximum, which also implies consequences in the biostratigraphic scheme of the South American Paleogene.

Keywords: Paleogene, fauna, sedimentology, absolute age, Mendoza.

INTRODUCCIÓN

La Formación Divisadero Largo es una sucesión cenozoica que aflora en la provincia de Mendoza. Ha sido dividida informalmente en dos miembros. El inferior (“zona con anhidrita”) se compone de areniscas y pelitas con nódulos de yeso y conglomerados con intraclastos pelíticos y de yeso y clastos riolíticos. El superior (“arcillas abigarradas”) corresponde a pelitas con intercalaciones arenosas y conglomerádicas (Kokogján et al. 1988).

El contenido fosilífero de dicha formación incluye mamíferos y reptiles (Minoprio 1947; Simpson et al. 1962; Agnolín y Pais 2006; López 2008). La peculiaridad de la fauna de mamíferos llevó a definir la Edad Mamífero Divisaderense referida al Eoceno tardío, dentro de la escala bioestratigráfica de América del Sur (Pascual et al. 1965). No obstante, contribuciones recientes demostraron que esta asociación faunística era una mezcla de taxones provenientes de diferentes formaciones y edades, y que la fauna de la Formación Divisadero Largo correspondía a una época más antigua de lo que se pensaba, estableciendo cierta correlación con la fauna casamayorensis (Eoceno medio) de Patagonia. Esto llevó a proponer que la Edad Mamífero Divisaderense no debía ser considerada como tal, de acuerdo a su definición original, a pesar de que los taxones descritos en Divisadero Largo no están representados en ninguna otra fauna ca-

samayorensis (Cerdeño et al. 2008; López 2008, 2010). Por otro lado, los depósitos de la Formación Divisadero Largo presentan indicios de condiciones tanto áridas como húmedas, generando controversias en cuanto al clima durante la depositación de dicha unidad.

A partir de los estudios sedimentológicos, se propuso un ambiente de tipo *sabhka* en un clima árido (Kokogján et al. 1988). En cambio, los restos de cocodrilos, tortugas y grandes boas, correspondientes al miembro inferior, indican abundante agua y vegetación (Gasparini et al. 1986). López (2008) propuso una depositación en un ambiente húmedo, a partir de la fauna de mamíferos y su comparación con faunas actuales de bosques lluviosos, y el desarrollo de paleosuelos con abundantes restos de raíces en el miembro superior. De acuerdo con este autor, los nódulos de yeso serían pos-depositacionales.

MÉTODOS

Se analizó el ambiente sedimentario en el que se depositó la Formación Divisadero Largo a partir del levantamiento de perfiles en su localidad tipo (Reserva Natural Divisadero Largo) y en Cacheuta. En el miembro inferior de la unidad, se recolectó una muestra de una toba de lapilli de la que se separaron circones que fueron datados por U-Pb (LA-MC-ICPMS) en el Arizona Laser-Chron Center con métodos descritos en Gehrels et al.

(2008).

RESULTADOS

El análisis sedimentológico de la Formación Divisadero Largo sugiere que la depositación de esta unidad se desarrolló en condiciones tanto húmedas como áridas. La presencia de nódulos de yeso retrabajados en la base de canales indica que el yeso precipitó durante la depositación y no posteriormente, lo que evidencia clima árido. Por otro lado, las faunas fósiles previamente descritas (Minoprio 1947; Simpson et al. 1962; Agnolín y Pais 2006; López 2008, 2010) y los paleosuelos identificados por López (2008) indican períodos húmedos.

La toba de lapilli procedente del miembro inferior indica actividad volcánica durante la depositación. La datación U-Pb sobre circones de dicha toba permitió reconocer edades detríticas correspondientes a poblaciones con procedencia de las cordilleras Principal y Frontal. La edad máxima de depositación obtenida es de $55,02 \pm 0,86$ Ma, más antigua que las propuestas previas basadas en el contenido fósil.

El problema de las condiciones climáticas durante la depositación de la Formación Divisadero Largo puede ser analizado desde otro punto de vista teniendo en cuenta la edad obtenida. La alternancia de depósitos con evidencias de climas áridos y húmedos fue propuesta para otras sucesiones depositadas durante el Máximo Termal del Paleoceno-Eoceno (e.g. Krauss y Riggins 2007). Se están llevando a cabo estudios más detallados que brindarán un conocimiento más preciso sobre el intervalo temporal de depositación de la Formación Divisadero Largo, permitiendo evaluar esta hipótesis.

CONCLUSIONES

A partir de las observaciones sedimentológicas y la edad U-Pb obtenida, proponemos que la Formación Divisadero Largo registra un período de fuertes variaciones climáticas asociadas al Máximo Termal del Paleoceno-Eoceno. Esto permitiría explicar la aparente contradicción entre el registro sedimentario y el contenido fósil de esta unidad y, al mismo tiempo, tiene importantes consecuencias en el esquema bioestratigráfico del Paleógeno de América del Sur.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Recursos Naturales Renovables de Mendoza por el acceso a la Reserva Na-

tural Divisadero Largo y el permiso para la toma de muestras.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Agnolín, F.L. y Pais, D.F. 2006. Revisión de *Cunampaia simplex* Rusconi, 1946 (Crocodylomorpha, Mesoeucrocodylia; non Aves) del Terciario inferior de Mendoza, Argentina. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales n.s. 8: 35-40.
- Cerdeño, E., López, G. y Reguero, M.A. 2008. Biostratigraphic considerations of the Divisaderan faunal assemblage. Journal of Vertebrate Paleontology 28: 574-577.
- Gasparini, Z., De La Fuente, M.S. y Donadio, O. 1986. Los reptiles del Cenozoico de la Argentina: implicancias paleoambientales y evolución biogeográfica. 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2: 119-130, Mendoza.
- Gehrels, G.E., Valencia, V. y Ruiz, J. 2008. Enhanced precision, accuracy, efficiency, and spatial resolution of U-Pb ages by laser ablation-multicollector-inductively coupled plasma-mass spectrometry. Geochemistry, Geophysics, Geosystems 9, Q03017.
- Kokogian, D.A., Boggetti, D.A. y Rebay, G. 1988. Interpretación paleoambiental de la Formación Divisadero Largo. (Eoceno superior), Cuenca Cuyana, Mendoza. 2º Reunión Argentina de Sedimentología, Actas: 135-139, Buenos Aires.
- Krauss, M.J. y Riggins, S. 2007. Transient drying during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum (PETM): Analysis of paleosols in the bighorn basin, Wyoming. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 245: 444-461.
- López, G. 2008. Los ungulados de la Formación Divisadero Largo (Eoceno inferior?) de la provincia de Mendoza, Argentina: Sistemática y consideraciones bioestratigráficas. Tesis doctoral, Universidad Nacional de la Plata (inédita), 407 p., La Plata.
- López, G. 2010. Divisaderan: Land Mammal Age or local fauna? En Madden, R.H., Carlini, A.A., Vucetich, M.G. y Kay, R.F. (eds.), The Paleontology of Gran Barranca - Evolution and Environmental Change through the Middle Cenozoic of Patagonia, Cambridge University Press: 410-417, Cambridge.
- Minoprio, J.L. 1947. Fósiles de la Formación del Divisadero Largo. Anales de la Sociedad Científica Argentina 146: 365-378.
- Pascual, R., Ortega, E.J., Gondar, D. y Tonni, E.P. 1965. Las edades del Cenozoico mamífero de la Argentina, con especial atención a aquéllos del territorio bonaerense. Anales de la Comisión de Investigación Científica de Buenos Aires 6: 165-193.
- Simpson, G.G., Minoprio J.L. y Patterson, B., 1962. The mammalian fauna of the Divisadero Largo Formation, Mendoza, Argentina. Bulletin of the Museum of Comparative Zoology 127: 139-293.

PRIMER HALLAZGO DE NANOFÓSILES CALCÁREOS DE LA FORMACIÓN SAN JULIÁN (OLIGOCENO SUPERIOR – MIOCENO INFERIOR), POZO YCF CC-4, PROVINCIA DE SANTA CRUZ, ARGENTINA

Carolina NÁÑEZ¹, Juan P. PÉREZ PANERA^{2,3}

¹Servicio Geológico Minero Argentino y CONICET, Benjamín Lavaisse 1194, (C1107BJD) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. carolina.nanez@segemar.gov.ar

²CONICET – Laboratorio de Bioestratigrafía, Gerencia de Geociencias, YPF Tecnología S.A., Avenida del Petróleo Argentino s/n, (1923) Berisso, provincia de Buenos Aires, Argentina. juan.p.panera@ypftecnologia.com

³Cátedra de Micropaleontología, División Paleozoología Invertebrados, Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, (1900) La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina.

ABSTRACT

First record of calcareous nannofossils from the San Julián Formation (Upper Oligocene – Lower Miocene), YCF CC-4 borehole, Santa Cruz province, Argentina. Calcareous nannofossils are recorded for the first time in the San Julián Formation, Santa Cruz Province. They were recovered from four core samples of the YCF CC-4 borehole, from horizons assigned to the Meseta Chica Member. Nannofossils are abundant but of low diversity. The most abundant species are *Coccolithus pelagicus* and *Reticulofenestra minuta*. The co-occurrence of *Triquetrorhabdulus carinatus* and *Helicosphaera carteri*, both species being represented by only one specimen, suggests an age equivalent to biozones NN1- NN2 (latest Oligocene – Early Miocene). The relative abundance of the genus *Pontosphaeris* consistent with a shallow shelf sea paleoenvironment.

Keywords: Micropaleontology, biostratigraphy, paleoecology, Oligocene/Miocene boundary, Meseta Chica Member.

INTRODUCCIÓN

El pozo YCF CC-4, perforado por Yacimientos Carboníferos Fiscales en el área de Cabo Curioso, provincia de Santa Cruz, tuvo fines prospectivos con una continua recuperación de testigos. La sección marina oligomioceña atravesada por el pozo comprende las formaciones Monte León y San Julián. La excepcional densidad y calidad del muestreo, con un espaciado de aproximadamente un metro entre muestras, ha promovido su estudio micropaleontológico y palinológico, con miras a integrar una columna de referencia (Náñez *et al.* 2009). La búsqueda de nanofósiles calcáreos sobre las muestras aparentemente más propicias por su contenido de microfau-na marina condujo a este primer hallazgo de nanofósiles de la Formación San Julián.

MARCO GEOLÓGICO

El pozo YCF CC-4 se sitúa a 49° 15' S y 67° 44' W, aproximadamente a 12 km al sudoeste del Cabo Curioso, en el sector austral del Macizo o Nesocratón del Desea-

do (Fig. 1). La sucesión sedimentaria atravesada comprende a la Formación Monte León (23 m de espesor), y a la Formación San Julián (55,5 m), hasta su contacto con la porfirita jurásica del Grupo Bahía Laura (Fig. 2). En la Formación San Julián se diferencian dos secciones. La inferior (39 m), asignada al Miembro Gran Bajo o Sección pelítica basal consiste en areniscas y pelitas subordinadas con escasa glauconita madura (granos pequeños, muy oscuros, y muy levemente craquelados) que culminan con un paquete de 7 m de espesor de pelitas carbonosas. La sección superior (16,5 m), asignada al Miembro Meseta Chica, se inicia a 42 metros bajo boca de pozo con un conspicuo banco con muy abundante glauconita de mediana madurez (granos grandes, craquelados, verde claro) que se interpreta como manifestación de un pulso transgresivo, seguido por areniscas glauconíticas ricas en invertebrados marinos y microfósiles: foraminíferos, principalmente bentónicos, y ostrácodos.

Edades isotópicas ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr sobre fósiles provenientes de varios perfiles aflorantes en la región de Puerto San Julián, Gran Bajo de San Julián, Puerto Santa Cruz y Parque Nacional Monte León, indicaron una edad cha-

ttiana, comprendida entre ~ 25 y 23 Ma, para la Formación San Julián, y aquitaniana a burdigaliana temprana, entre ~ 22 y 18 Ma para la Formación Monte León (Parras *et al.* 2012). Estos autores consideraron que el límite Oligoceno/Mioceno coincidiría con un prominente intervalo glauconítico en la parte más alta de la Formación San Julián, o bien con una disconformidad representada por una paleosuperficie erosiva alterada por meteorización en el techo de la Formación, que se correlacionaría con una caída del nivel del mar coincidente con el límite Paleógeno/Neógeno. Parras *et al.* (2016) señalan que el contacto entre las Formaciones San Julián y Monte León, expuesto en el área de Puerto San Julián, corresponde a un límite de secuencia que se correlacionaría con el descenso eustático que comenzó a los ~ 22,6 Ma.

MÉTODOS

Atendiendo a las características paleoambientales de la Formación San Julián, aparentemente poco propicias para contener nanofósiles calcáreos, se seleccionaron muestras a partir de la presencia y estado de conservación de los foraminíferos calcáreos, y de la mayor profundidad paleoambiental estimada. De las muestras así elegidas, mediante preparados expeditivos se constató la presencia de nanoplancton calcáreo en cuatro muestras del pozo YCF CC-4.

El material estudiado corresponde a muestras de testigo corona y se preparó según la técnica de decantación por gravedad de Bramlette y Sullivan (1961). Con el objetivo de realizar un análisis cuantitativo, se utilizó un volumen de 500 µl de muestra finamente molida en solución con 10 ml de agua. Para favorecer la separación de los nanofósiles, la suspensión se trató con lavadora de ultrasonido. Para cada muestra se montaron 200 µl de solución en un cubreobjetos y se secó con plancha a 55° C. Los preparados fueron montados con bálsamo de Canadá sintético y se observaron bajo microscopio petrográfico a x1000. Se encuentran depositados en el Repositorio del Laboratorio de Bioestratigrafía de Y-TEC.

En cada muestra se realizó un análisis cuantitativo registrando además, un índice de abundancia absoluto y el grado de preservación de los nanofósiles calcáreos, que se indican en el cuadro de distribución (Fig. 3).

RESULTADOS

Los nanofósiles recuperados provienen de cuatro niveles del Miembro Meseta Chica (muestras 33, 34, 35 y 36 que se corresponden en profundidad a metros bajo boca de pozo). Los nanofósiles son relativamente abundantes pero poco diversos y su conservación varía de pobre a buena (Fig. 4). Se destaca en la muestra de 35 m, la presencia de *Triquetrorhabdulus carinatus*, especie que tiene un biocron acotado al Oligoceno tardío – Mioceno

temprano (biozonas NP25 – NN2) y de *Helicosphaera carteri*, especie que tiene su primera aparición en la biozona NN1. Ambas especies, representadas cada una por un solo ejemplar, acotan una edad para ese nivel comprendida entre las biozonas NN1 a NN2. La biozona NN1 contiene el límite Oligoceno/Mioceno (Raffi *et al.* 2006; Hilgen *et al.* 2012) y su definición fuera del ámbito ecuatorial es algo problemática (*cf.* Raffi *et al.* 2006). Los taxones más abundantes en la asociación recuperada son *Coccolithus pelagicus* y *Reticulofenestra minuta*. Destaca también la gran abundancia relativa de *Pontosphaera multipora* en la muestra 34 y la presencia de *Cervisiella saxea*. El género *Pontosphaera* presenta afinidad con mares epicontinentales someros con muy poca fluctuación en la salinidad (Melinte 2005; Bartol *et al.* 2008) y *C. saxea* es un dinoflagelado calcáreo toracosférido que prospera en ambientes oceánicos a marino marginales, tolera cambios de salinidad y alcanza un buen desarrollo donde no tiene competencia con otros organismos planctónicos calcáreos (Höll *et al.* 1998). Esto podría interpretarse como eventos episódicos de aumento de aporte de aguas continentales al ambiente. La escasez de *Cyclicargolithus floridanus* y otras especies de reticulofenestras, es la mayor diferencia observada con las asociaciones de nanofósiles calcáreos conocidas para la suprayacente Formación Monte León (Pérez Panera *et al.* 2013, 2014).

CONCLUSIONES

Se hallaron nanofósiles calcáreos por primera vez en la Formación San Julián, en niveles del Miembro Meseta Chica. Preliminarmente, sugieren una edad comprendida entre las biozonas NN1 y NN2 (Oligoceno terminal a Mioceno Temprano), coherente con las edades isotópicas conocidas para ese Miembro, y que se espera precisar con el estudio del resto de las muestras del pozo. El hallazgo de estos nanofósiles contribuye a la integración de las nanofloras oligomiocenas de la Patagonia y a la vinculación con las asociaciones de foraminíferos y palinomorfos previamente descriptas para el pozo YCF CC-4.

AGRADECIMIENTOS

A Gabriel Jannou, por la colaboración en la búsqueda inicial de nanofósiles en muestras seleccionadas del pozo. A N. Malumián, la lectura crítica del manuscrito. Este estudio fue parcialmente financiado por los subsidios CONICET PIP 2013-2015 n° 0281 (titular: N. Malumián), PICT 0771 e Y-TEC IB 602 (titular: J.P. Pérez Panera).

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Bartol, M., Pavsic, J., Dobnikar, M. y Bernasconi, S.M. 2008. Unusual *Braarudosphaera bigelowii* and *Micrantholithus*

- vesper* enrichment in the Early Miocene sediments from the Slovenian Corridor, a seaway linking the Central Paratethys and the Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 267: 77-88.
- Bramlette, M.N. y Sullivan, F.R. 1961. Coccolithophorids and related nannoplankton of the early Tertiary in California. *Micropaleontology* 2: 129-188.
- Enadimsa 1986. Proyecto de exploración de los yacimientos de carbón de la cuenca Austral argentina. YCF-BIRF. Informe Técnico Final correspondiente a la Zona Norte, III-I, Memoria y Anexo III-I. En Informe Final 1987-1988. Yacimientos Carboníferos Fiscales. Buenos Aires. 390pp. Inédito.
- Hilgen, F.J., Lourens, L.J. y Van Dam, J.A. 2012. The Neogene Period. En Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D. y Ogg, G.M. (eds.), *The Geologic Time Scale 2012*, Elsevier. 29: 923-978.
- Höll, C., Zonneveld, K.A.F. y Wilems, H. 1998. On the ecology of calcareous dinoflagellates: The Quaternary Eastern Equatorial Atlantic. *Marine Micropaleontology* 33: 1-25.
- Melinte, M.C. 2005. Oligocene palaeoenvironmental changes in the Romanian Carpathians, revealed by calcareous nanofossil. *Studia Geologica Polonica* 124: 341-352.
- Náñez, C., Quattrocchio, M.E. y Ruiz, L. 2009. Palinología y micropaleontología de las Formaciones San Julián y Monte León (Oligoceno – Mioceno temprano) en el subsuelo de cabo Curioso, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 46: 669-693.
- Panza, J., Irigoyen, M. y Genini, A. 1995. Hoja Geológica 4969-IV Puerto San Julián. Secretaría de Minería, Dirección Nacional del Servicio Geológico, Boletín 211 (nueva serie), 78pp.
- Parras, A. y Casadio, S. 2005. Taphonomy and sequence stratigraphic significance of oyster-dominated concentrations from the San Julián formation, Oligocene of Patagonia, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 217: 47-66.
- Parras, A., Dix, G.R. y Griffin, M. 2012. Sr-isotope chronostratigraphy of Paleogene-Neogene marine deposits: Austral Basin, southern Patagonia (Argentina). *Journal of South American Earth Sciences* 37: 122-135.
- Parras, A., Guerstein, G.R., Náñez, C., Pérez Panera, J.P., Cusminsky, G. y Griffin, M. 2016. Controles alogénicos durante la depositación de la Formación Monte León y base de la Formación Santa Cruz, Mioceno temprano de Cuenca Austral. 7º Congreso Latinoamericano de Sedimentología y 15ª Reunión Argentina de Sedimentología, Resúmenes: 130.
- Pérez Panera, J.P., Griffin, M., Parras, A. y Genta Iturrería, S. 2013. Primer registro de nanofósiles calcáreos en la Formación Monte León, provincia de Santa Cruz, Argentina. Reunión de Comunicaciones de la Asociación Paleontológica Argentina, Córdoba, Resúmenes: 54-55.
- Pérez Panera, J.P., Guerstein, G.R., Heredia, M.E., Parras, A., Griffin, M. y Paez, M.M. 2014. Calcareous nanofossil, palynological and sedimentological data from the Early Miocene Monte León Formation and lowermost Santa Cruz Formation, southern Patagonia, Argentina. 4th International Palaeontological Congress, Abstracts: 591, Mendoza.
- Raffi, I., Backman, J., Fornaciari, E., Pálike, H., Río, D., Lourens, L. y Hilgen, F. 2006. A review of calcareous nanofossil astrochronology encompassing the past 25 million years. *Quaternary Science Reviews* 25: 3113-3137.

LEVANTAMIENTO DE BLOQUES DE BASAMENTO Y SUBSIDENCIA FLEXURAL EN LA CUENCA DE ANTEPAÍS DE LOS VALLES CALCHAQUÍES-NOA

Patricio PAYROLA¹, Cecilia DEL PAPA², Alejandro ARAMAYO¹, Fernando HONGN¹, Carolina MONTERO¹

¹Instituto de Bio y Geociencias del NOA (IBIGEO), CONICET-Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, 4400, Salta, Argentina. ppayrola@gmail.com, alejandrojaramayo@yahoo.com.ar, fhongn@conicet.gov.ar, montero_caro@yahoo.com

²CICTERRA-F.C.E.FyN., CONICET-Universidad Nacional de Córdoba, Av. Vélez Sarsfield 1611, X5016GCA, Córdoba, Argentina. delpapacecilia@yahoo.com

ABSTRACT

Lifting of basement blocks and flexural subsidence in the foreland basin of the Valles Calchaquíes-NOA. The continental sedimentary succession of the Payogastilla Group (middle Eocene-lower Pleistocene) represents the infilling of the foreland basin, related to the subduction of the Nazca Plate below the South America Plate. Previous studies indicate that the Eocene and Oligocene deformation events did not generate high relief in the Eastern Cordillera. However, the existence of an axial 2000 m thick sedimentary infilling depocenter of sedimentary deposits since the middle Eocene to middle Miocene including a good preserved eolian succession, would indicate that the basin was formed by local flexural subsidence linked to the basement blocks uplift. The relief could be related to the fault displacement involved the basement that will be modeled using structural and thermochronology data in the future.

Keywords: Paleogene, depocenter, basement-involved fault.

INTRODUCCIÓN

La subducción de la Placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana produjo la deformación de la corteza continental desde el oeste hacia el este y como consecuencia la generación de cuencas de antepaís con diferentes características. El relleno de la cuenca de antepaís paleógena del Grupo Payogastilla se encuentra expuesta en los valles Calchaquíes, integrada por sedimentos clásticos principalmente de origen fluvial y en la que se reconocen estructuras de crecimiento. Este intervalo está comprendido por dos unidades que de base a techo son: Formación Quebrada de los Colorados y Miembro TinTin (Formación Angastaco; del Papa et al. 2013). Según los datos existentes la Formación Quebrada de los Colorados estaría acotada entre ~40 Ma y ~28 Ma, y el Miembro TinTin desde los ~28 Ma a los ~17 Ma (DeCelles et al. 2007, DeCelles et al. 2011). La primera unidad posee espesores que varían entre 150 a 1300 m y está integrada por pelitas, areniscas y conglomerados depositados en ambientes fluviales y abanicos aluviales. La segunda unidad posee espesores que varían desde los 250 a 750 m y fue depositada en un ambiente de erg (del Papa et al. 2013). El desarrollo de la cuenca habría estado controla-

do por estructuras que involucran el basamento neoproterozoico-cámbrico (Hongn et al. 2007) y por lo tanto, la subsidencia flexural necesaria para generar el espacio de acomodación habría sido generada por bloques de basamento. Sin embargo, aún no se conoce cómo los eventos de deformación (paleógenos) generaron la subsidencia suficiente para acumular y preservar esta sucesión.

Los bloques de basamento actualmente expuestos y que podrían haber generado la subsidencia flexural necesaria serían la faja de granitoides ordovícicos del borde oriental de la Puna y las rocas metamórficas neoproterozoico-cámbrico de Cachi y Sierras de Quilmes. Estos bloques también habrían controlado la sedimentación durante el rift cretácico (Hongn et al. 2007, Carrera y Muñoz 2013) por lo que, al menos, estarían exhumados desde el Cretácico Inferior. Ahora bien, cuál era la expresión topográfica de estos bloques es todavía una incógnita que se resolverá a futuro con datos de modelado estructural y de termocronología. Sin embargo, la distribución espacial de facies sedimentarias y los mapas de isópacas muestran la generación de una cuenca axial en el valle Calchaquí que estaría controlada por bloques de basamento que empezaron a levantarse ya desde el Eoceno y que alcanzaron un relieve suficiente para generar

la carga tectónica y subsidencia flexural en una zona elongada que acumuló al menos 2000 m de espesor entre el Eoceno medio y el Mioceno medio.

Por otro lado, los datos de termocronología de la zona registran principalmente eventos de exhumación para el Mioceno y de forma muy escasa para el Oligoceno y el Eoceno (Coutand et al. 2006; Carrapa et al. 2011; Carrapa et al. 2015; Reiners et al. 2015).

Este trabajo propone una reevaluación de los eventos de deformación que generaron el levantamiento de bloques de basamento, la subsidencia flexural y sedimentación de la cuenca paleógena. Estos procesos estarían relacionados a la reactivación de fallas del basamento, las cuales habrían generado un relieve topográfico suficiente para producir la carga tectónica en la cuenca, lo cual indicaría que esta reactivación de fallas del basamento tuvo un mayor desplazamiento de lo que se creía hasta el presente.

Si bien el acortamiento andino ocurrido en este tiempo es bajo, ~10 % (Payrola 2010) y casi no hay datos, se interpreta que el valor calculado (a partir de la reconstrucción de pliegues en la sucesión sedimentaria) está subestimado, posiblemente debido a la concentración de acortamiento en fallas de alto ángulo capaces de producir alzamiento vertical más que acortamiento horizontal. Con estos datos se concluye que la deformación durante el Paleógeno (Eoceno y Oligoceno) fue más intensa y habría producido mayor acortamiento de lo interpretado.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Carrapa, B., Trimble, J. y Stockli, D. 2011. Patterns and timing of exhumation and deformation in the Eastern Cordillera of NW Argentina revealed by (U Th)/He thermochronology, *Tectonics* 30, TC3003, 1-30.
- Carrapa, B. y DeCelles, P.G. 2015. Regional exhumation and kinematic history of the central Andes in response to cyclical orogenic processes. En DeCelles, P.G., Ducea, M.N., Carrapa, B. y Kapp, P.A. (eds.), *Geodynamics of a Cordilleran Orogenic System: The Central Andes of Argentina and Northern Chile: Geological Society of America Memoir* 212, p. 201–213.
- Carrera, N. y Muñoz, J.A. 2013. Thick-skinned tectonic style resulting from the inversion of previous structures in the southern Cordillera Oriental (NW Argentine Andes). *Geological Society of London* 377: 77-100.
- Coutand, I., Carrapa, B., Deeken, A., Schmitt, A.K., Sobel, E.R. y Strecker, M.R. 2006. Propagation of orographic barriers along an active range front: insights from sandstone petrography and detrital apatite fission-track thermochronology in the intramontane Angastaco basin, NW Argentina. *Basin Research* 18: 1-26.
- DeCelles, P.G., Carrapa, B. y Gehrels, G.E. 2007. Detrital zircon U-Pb ages provide provenance and chronostratigraphic information from Eocene synorogenic deposits in northwestern Argentina. *Geology* 35: 323-326.
- DeCelles, P.G., Carrapa, B., Horton, B.K. y Gehrels, G.E. 2011. Cenozoic foreland basin system in the central Andes of northwestern Argentina: implications for Andean geodynamics and modes of deformation. *Tectonics* 30, TC6013, 1-30.
- del Papa, C., Hongn, F., Payrola, P., Powell, J., Deraco, V. y Herrera, C. 2013. Relaciones estratigráficas de las formaciones Quebrada de los Colorados y Angastaco (paleógeno-neógeno), Calchaquí valleys, Salta (Argentina): significado en el análisis de la cuenca del Grupo Payogastilla. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 20: 51-64.
- Hongn, F.D., del Papa, C., Powell, J., Petrinovic, I., Mon R. y Deraco, V. 2007. Middle Eocene deformation and sedimentation in the Puna-Eastern Cordillera transition (23°-26°S): Control by preexisting heterogeneities on the pattern of initial Andean shortening. *Geology* 35: 271-274.
- Galli, C. y Hernández, R. 1999. Evolución de la cuenca de antepaís desde la zona de la Cumbre Calchaquí hasta la Sierra de Santa Bárbara, Eoceno inferior – Mioceno medio, provincia de Salta, Argentina. En Colombo, F. Querault, I. y Petrinovic, I. (eds.), *Geología de los Andes Centrales Meridionales: El Noroeste Argentino. Acta Geológica Hispánica* 34: 167-184.
- Payrola Bosio, P.A. 2010. Estratigrafía y Estructura del valle de Luracatao, transición Puna-Cordillera Oriental, Salta: Vinculaciones con las cuencas de Rift cretácico y Antepaís andino. Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Salta (inédita), 208 p., Salta.
- Reiners, P.W., Thomson, S.N., Vernon, A., Willett, S.D., Zattin, M., Einhorn, J., Gehrels, G., Quade, J., Pearson, D., Murray, K.E. y Cavazza, W. 2015. Low-temperature thermochronologic trends across the central Andes, 21°S–28° S. En DeCelles, P.G., Ducea, M.N., Carrapa, B. y Kapp, P.A. (eds.) *Geodynamics of a Cordilleran Orogenic System: The Central Andes of Argentina and Northern Chile: Geological Society of America Memoir* 212: 215-249.

FACIES SEDIMENTARIAS CONTINENTALES DEL PALEÓGENO DE LAS CUENCAS ENE Y PACHITEA, DEPARTAMENTOS DE UCAYALI Y JUNIN, PERÚ

Daniel G. POIRÉ^{1*}, Martín IRIBARNE², Miguel ALLCCA TORRES³, Edson J. CASTILLO GUZMÁN³, Leandro M. PÉREZ⁴, Pierre CALLOT³, Carlos D. QUEVEDO³, Gustavo D. VERGANI²

¹Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP), Diag. 113 n° 275 (esquina 64), 1900 La Plata, Argentina. poire@cig.museo.unlp.edu.ar

²Pluspetrol SA, Lima 339, C1073AAG Buenos Aires, Argentina.

³Pluspetrol Perú Corporation SA, Av. República de Panamá 3055, Lima, Perú

⁴CONICET. División Paleozoología Invertebrados, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Paseo del Bosque S/ N, B1900FWA, La Plata, Buenos Aires, Argentina

ABSTRACT

Paleogene continental sedimentary facies on the Ene and Pachitea basins, Ucayali and Junin departments, Perú. A recent stratigraphic, sedimentological and paleontological survey, in the Apurucayali River, Puerto Ocopa-Río Pangá and Huantashiri creeks, have allowed to recognize and detailed the Paleogene units of the Ene and Pachitea basins, in the departments of Junín and Ucayali, in the center-eastern of Perú. The aim of this contribution is to make known the results of these studies and to discuss the sedimentary processes and environments that lead up in this region during Paleogene times. The methodology was based on the survey of sedimentological profiles of 1:100, characterization of sand bodies and pelitic packages, recognition of organic sedimentary structures (traces fossils and rhizoliths), record and identification of paleontological content, observation of paleoecological and taphonomic aspects, identification of sedimentary processes and interpretation of possible paleoenvironments and depositional systems. The Paleogene lithostratigraphic units recorded from base to top are the Cachiyacu, Huchpacyacu, Yahuarango, Pozo and Chambira formations. On the base of the sedimentary facies and the paleontological record, a continental fluvial-lake deposition system has been recognized, while lightly paleoclimatic changes have been occurring during their sedimentation. Finally, it is important to note that i) the development of the Pozo Formation is identified for the first time in these basins, which was in doubt, and ii) pyroclastic material of Eocene age (40-42 Ma) were found in the lower section of the Chambira Formation, in the three localities.

Keywords: Sedimentology, fossils, sedimentary environments, Tertiary.

INTRODUCCIÓN

El registro sedimentario de las cuencas de Ene y Pachitea, centro-este de Perú, es muy significativo y abarca desde el Paleozoico al Cenozoico. Al igual que las colindantes Ucayali, Madre de Dios, Hullaga y Marañón, son típicas cuencas subandinas de antepaís, las cuales forman parte del “Antepaís Amazónico”, producto de la compresión andina que se evidencia desde el Cretácico al Holoceno (cf. Hermoza *et al.* 2005). Estas incluyen sistemas petroleros que van desde Paleozoico superior al Paleógeno. De modo tal que, con el objetivo de conocer la conformación general de este Paleógeno y su rol en estos sistemas, se llevaron adelante tareas de campo y gabinete en tres quebradas claves para su entendimiento: Río Apurucayali, Puerto Ocopa-Río Pangá y Huantashiri (Fig. 1). El objetivo de este trabajo es dar a conocer los

resultados de este estudio y discutir la importancia de los mismos.

MÉTODOS

La metodología de estudio se basó en el levantamiento de perfiles sedimentológicos de detalle a escala 1:100, caracterización de los distintos cuerpos de arena (textura, geometría, estructuras) y paquetes pelíticos (estructuras de paleosuelos, laminaciones), reconocimiento de estructuras sedimentarias orgánicas (trazas fósiles y rizolitos), icnofábricas e icnofacies, registro e identificación del contenido paleontológico, observación de aspectos paleoecológicos y tafonómicos, identificación de procesos sedimentarios e interpretación de posibles paleoambientes y sistemas depositacionales.

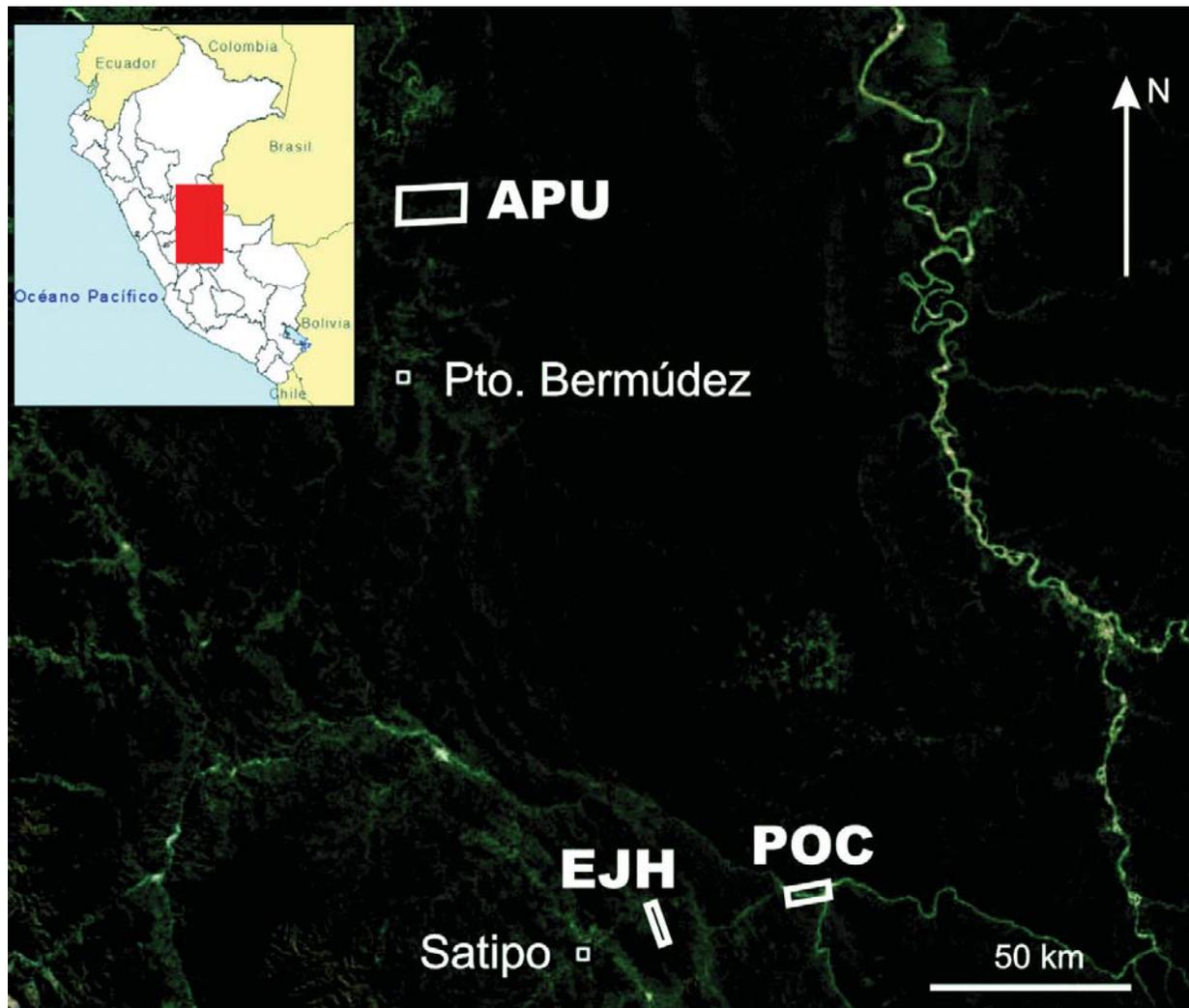


Figura 1. Mapa de ubicación de los perfiles relevados: Apurucayali (APU), Puerto Ocopa-Río Pangá (POC) y Huantashiri (EJH).

RESULTADOS, ASPECTOS PALEOAMBIENTALES Y PALEOECOLÓGICOS

De acuerdo al apilamiento de las unidades estratigráficas reconocidas, se describen a continuación sus facies sedimentarias (Fig. 2) y contenido fósil (Fig. 3), como así también interpretaciones paleoambientales que los mismos sugieren.

Formación Cachiyacu (Kummel 1948), 10 m: es la única de las 5 unidades que solo se registró en el perfil del Río Apurucayali; está compuesta por facies sedimentarias grisáceas, mayoritariamente pelíticas, tanto lutíticas como masivas, heterolíticas, acompañadas de muy escasos estratos de areniscas masivas y coquinas. Estas capas contienen vértebras de peces, escamas de siluriformes, dientes aislados y coprolitos con ostrácodos dentro,

ejemplares de *Ostreoida* indet, ostrácodos y trazas fósiles (*Palaeophycus* y posibles *Treptichnus* y *Helminthopsis*), y otras excavaciones horizontales y tubos verticales, sumado a escasos rizolitos. Se interpreta un ambiente deposicional con características de cuerpos de aguas continentales, bien desarrollados con una comunidad de peces continentales. Su registro paleontológico se remite a moldes de moluscos (bivalvos y gastrópodos) y oogonias de carofitas (girogonites). Una característica normal en los moluscos de agua dulce, y más precisamente de los gastrópodos, es la de poseer conchillas muy delgadas con escasa concentración de carbonato de calcio, ya que en el ambiente continental la oferta del mismo muy reducida, lo cual se correlaciona plenamente con el registro fósil. Por otro lado, la falta de fragmentación de las piezas y la asociación monoespecífica y gregaria en un mismo nivel de los gastrópodos, es típica en los cuerpos

de agua continentales, donde usualmente los individuos son sepultados in situ. Asimismo, en el Perfil de Puerto Ocopa-Río Pangá, se pudo reconocer la existencia de un grupo de capas muy fosilíferas, colmadas de restos de hojas y tallos de plantas superiores. Dominados por una serie ritmitas de conglomerados intraformacionales con intraclastos que gradan normal hacia pelitas laminadas, se pueden observar tres ciclos con abundantes restos de plantas vasculares, con predominantemente hojas y tallos cortos. Este nivel se corresponde con un cuerpo lacustre de características anóxicas, al menos en el segmento donde se preservaron las frondes.

Formación Huchpayacu (Koch y Blissenbach 1962), 160 a 300 m: conformada por facies varicolores, tanto pelíticas como de areniscas, con muy escasos paquetes heterolíticos. Las facies pelíticas son esencialmente masivas, rojizas, verdosas o violáceas, con estructuras generalmente prismáticas y en menor medida granulares y migajosas, correspondientes a paleosuelos. Los cuerpos de areniscas presentan en general colores variables, como blanquecinos, amarronados, verdosos, rojizos y violáceos, que también presentan fuertes rasgos de edafización. El bajo espesor de los estratos, intercaladas con facies finas de paleosuelos, sugieren flujos efímeros que traen arena esporádicamente, las cuales son frecuentemente pedogenizadas.

Formación Yahuarango (Kummel 1946, 1948) o "capas rojas inferiores", 260 a 600 m: está representada por pelitas fuertemente rojas y arcillosas, facies heterolíticas y grandes cuerpos de areniscas, rojizas, lajosas y raramente edafizadas. Las facies pelíticas forman paquetes que pueden alcanzar los 6 a 16 metros, con facies arcillosas laminadas y masivas con estructura mayoritariamente granulares a migajosas. Por su parte, se presentan también facies heterolíticas que varían de más pelíticas a más arenosas. Los cuerpos de areniscas pueden alcanzar hasta los 8 metros de espesor y desarrollan arreglos granodecrecientes tanto en sentido vertical como horizontal, de facies de areniscas guijosas a facies muy frecuentes de areniscas entrecruzadas en artesa, acompañadas por facies masivas, planoparalelas, con laminación ondulítica y deformadas. El ordenamiento de estas facies evidencia un ambiente fluvial con arreglos de facies de canales y planicies de inundación, con canales divagantes y crevasamientos. Se hallaron restos orgánicos de carofitas (girogonites) y gastrópodos holostomados, de espira corta, junto a trazas fósiles. Asimismo, se encontraron dientes de peces de la familia Serrasalmodae (pirañas). Su contenido fósil remarca un ambiente depositacional dominado por el desarrollo de paleosuelos asociados a cuerpos de agua de pequeñas dimensiones que permitieron el desarrollo de las matas de algas (carofitas) y el crecimiento de la población de gastrópodos de agua dulce. Los dientes de pirañas señalan ríos más caudalosos e importantes.

Formación Pozo (Williams 1949), 20 a 25 m: compuesta por facies sedimentarias esencialmente finas, gris verdosas y gris oscuras, conformadas principalmente por pelitas, facies heterolíticas, de areniscas y de areniscas guijosas. Las facies pelíticas son principalmente lutíticas, con muy escasa presencia de masivas. Las facies heterolíticas son predominantes en los perfiles del Río Apurucayali y en el Perfil del Río Pangá, y menos frecuentes en Huantashiri, en donde las facies arenosas son mucho más abundantes. En estas últimas, se presentan facies masivas, estratificación entrecruzada tangencial simple, en artesas y edafizadas. Un caso particular es el estrato de arenisca bioturbada del techo de la unidad, con trazas de tubos verticales que representan un sustrato de arena suelta con alta energía del ambiente (costa de lago bien somera). En la base de la unidad se desarrollan facies de areniscas ricas en intraclastos blandos, que representan *lags* basales de cursos fluviales. Las pelitas y las areniscas finas presentan restos carbonosos de briznas vegetales. En general se trata de sedimentación en cuerpos fluviales y cuerpos lóticos continentales, meromícticos, de gran extensión areal.

Formación Chambira (Kummel 1946, 1948) o "capas rojas superiores" 860 m, sin techo expuesto: presenta facies esencialmente epiclásticas, en parte similares a las de la Formación Yahuarango, a excepción de la presencia de facies tobáceas y carbonáticas. Las facies pelíticas son arcillosas, conformadas por muy espesos paquetes pelíticos, con facies masivas de estructuras tanto granulares a migajosas como prismáticas, de colores rojizos, violáceos, grisáceos y morados. Las facies heterolíticas son menos abundantes y se dan tanto en arreglos grano y estrato crecientes, que varían de más pelíticas a más arenosas, como saltuariamente dispuestas entre facies de areniscas. Los cuerpos de areniscas pueden alcanzar hasta los 8 metros de espesor y desarrollan, al igual que los de la Formación Yahuarango, facies con tendencia granodecreciente tanto en sentido vertical como horizontal. La facies arenosa predominante es la entrecruzada en artesa, acompañadas por facies planoparalelas, masivas, bioturbadas, con muy escasas tangenciales simples y deformadas. Contiene abundantes restos de girogonites y recurrentes presencia de moluscos, especialmente bivalvos y escasos gastrópodos, un fragmento de tronco, trazas fósiles (*Taenidium*, *Edaphichnium*, y posibles *Castrichnus* y *Tombownichnus*, y tubos en forma de U, J o Y) y rizolitos. El paleoambiente general de la unidad estuvo relacionado con el desarrollo de paleosuelos asociados a charcas efímeras y a una vegetación arbórea en zonas aledañas, en los interfluvios y cuerpos de canales fluviales meandrosos. La gran mayoría de los lagos efímeros han sido de agua dulce, pero sin embargo, la presencia de algunos niveles de calizas, sugieren que esporádicamente los mismos eran de aguas alcalinas.

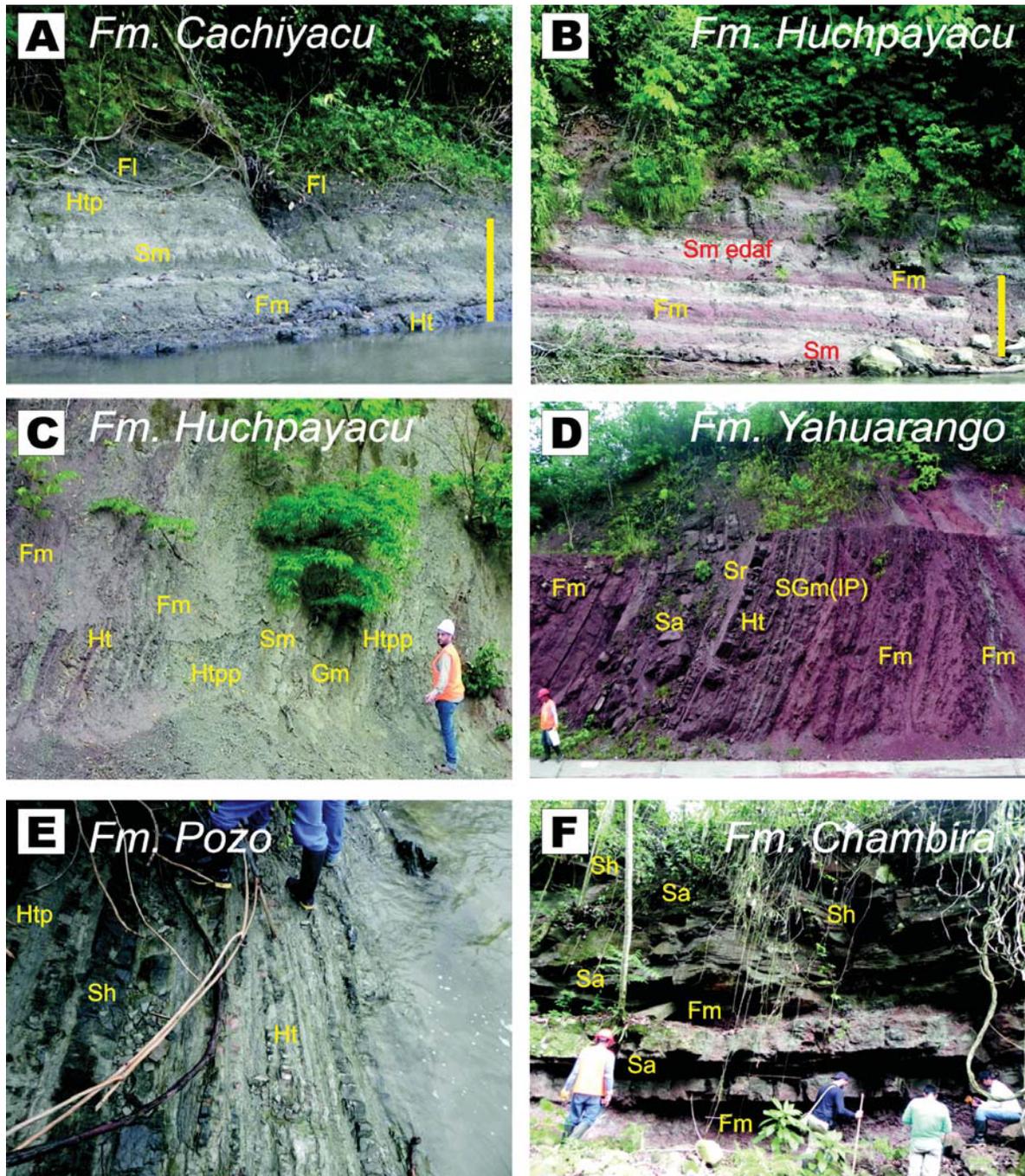


Figura 2. Facies sedimentarias. A. Afloramiento de sedimentitas finas, grisáceas, de la Formación Cachiyacu en el río Apurucayali. B. Vista general de las facies varicolores de la Formación Cachiyacu en el río Apurucayali. C. Intercalación espesa de sedimentitas grisáceas portadoras de plantas fósiles en el perfil Puerto Ocopa. D. Facies rojizas de la Formación Yahuarango en el Perfil de Puerto Ocopa, tanto finas como arenosas. E. Afloramiento de facies finas gris verdosas de la Formación Pozo en el río Pangá. F. Espesos cuerpos de arenas intercalados en paquetes pelíticos de la Formación Chambira en el perfil de Huantashiri. Código de facies utilizado: Fm: pelitas masivas; Fl: pelitas aminadas; Sm: areniscas masivas; Htpp: heterolíticas muy rica en pelitas; Htp: heterolíticas rica en pelitas; Ht: heterolíticas; Smedaf: areniscas masivas edafizadas. Sa: areniscas con estratificación entrecruzada en artesa; Sh: areniscas con estratificación panoparalela; Sr: areniscas con laminación entrecruzada de óndulas escalantes; SGm (IP): areniscas guijosas masivas con intraclastopelíticos; Gm: conglomerados masivos. (Barra amarilla: 2m)

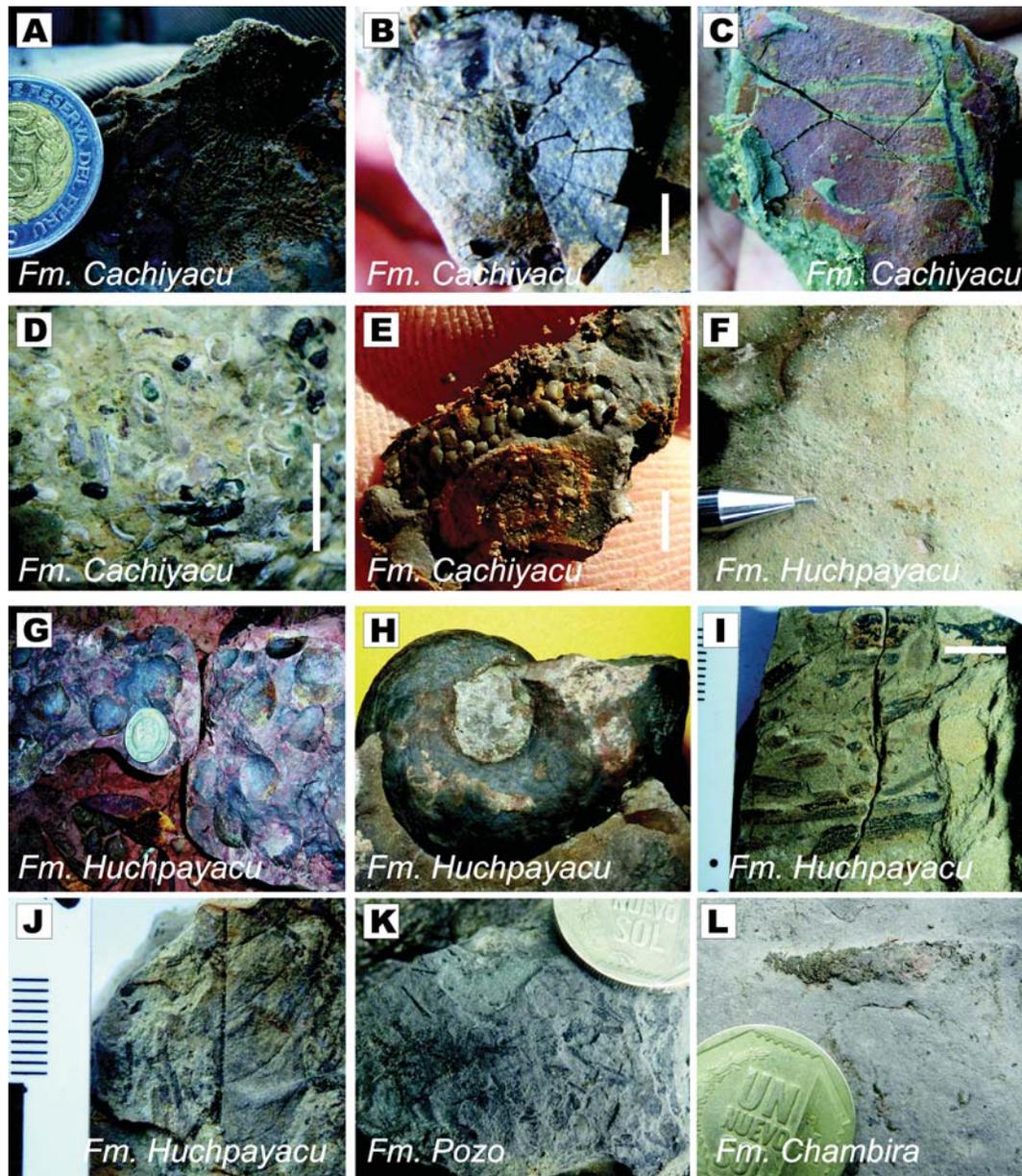


Figura 3. Contenido fósil. A. Moldes externos de placas óseas de peces “siluriformes” (osteíctios). B. Vista antero-posterior de un fragmento de vértebra de osteíctio en con forma de carretel. C. Impresión de raíces algo carbonizadas preservadas en una matriz pelítica. D. Conglomerado bioclástico con abundantes ostrácodos con las valvas alteradas, se puede observar cómo se rellenan los espacios internos de los especímenes originando moldes internos de material pelítico oscuro. E. Moldes de valvas de ostrácodos lisas, agrupadas densamente y dispuestas de forma acordeonada, propia de coprolitos de peces. F. Capa con abundantes carófitas, la punta del lápiz indica la escala de los restos siendo éstas, piezas de gran tamaño. G. Coquina con abundantes moldes externos e internos de bivalvos aff. corbicúlidos, acumulados densamente y con escasa deformación en un depósito monoespecífico; patrón muy recurrente en los ambientes continentales de las cuencas del oriente peruano. H. Gastrópodo globoso con espira baja, holostomado y con conchilla lisa, de morfología similar a la presente en Ampullariidae, muy común en las capas del Paleógeno de las cuencas del oriente peruano. I. Briznas vegetales alargadas y carbonizadas con rasgos cf. monocotiledoneas. J. Impronta de hoja de dicotiledónea, en la imagen se puede distinguir claramente la venación carbonizada y las nervaduras que caracterizan al grupo. K. Briznas vegetales pequeñas, carbonizadas y dispuestas densamente en el sedimento fino portador. L. Excavación con pared compuesta por pellets, que se corresponde con una traza de insecto asignada al icnogénero *Edapichnium*.

La ocurrencia de los estratos arenosos y su arquitectura cambia de la parte basal de la Formación Chambira a su parte media, para cambiar nuevamente en su tramo superior. En su parte inferior, las arenas se presentan en espesos cuerpos canaliformes, de areniscas entrecruzadas en artesas amalgamadas sin presencia de intercalaciones pelíticas. Otra característica de este tramo se refiere a las facies pelíticas, las cuales son más oscuras, con abundantes raicillas y trazas fósiles acintadas y meniscadas, posiblemente del icnogénero *Taenidium*, conformando una icnofacies de *Scoyenia*. Cabe destacar que en general, la misma está caracterizada por trazas meniscadas, rastrilladas, pistas y trazas de vertebrados, indicando depósitos apenas sumergidos en agua y expuestos periódicamente al aire. La exposición subaérea es de corta duración, lo cual impide la nidificación y la pupación de insectos. Refleja una superposición de un conjunto de trazas fósiles asociados con cambios en la consistencia del sustrato y la saturación de agua, generalmente asociados a cambios en el nivel del agua dentro de un ambiente de fajas de canales o en los crevasas de las planicies de inundación. La parte media registra un notable cambio en la arquitectura de los cuerpos arenosos, ya que estos son tabulares y más delgados, intercalados con facies pelíticas también de espesores medianos a delgados. Las trazas fósiles también acompañan este cambio, apareciendo frecuentemente estratos de arenas bioturbadas, con algunos niveles muy escasos de grietas en su techos. Los icnogéneros reconocidos (fundamentalmente *Edaphichnium*, y posibles *Castrichnus* y *Tombownichnus*, y los tubos en forma de U, J o Y), sugieren una probable icnofacies de *Camborygma*. Esta icnofacies, con un registro Mesozoico extendido al Terciario inferior, es dominada por trazas de lombrices (*boxworks* difusos, *Edaphichnium*, *Castrichnus*) y crustáceos tipo *crayfishes* (*Camborygma*, *Loloichnus*). Indica paleosuelos con freáticas altas y fluctuantes, en humedales y otros hábitats húmedos localizados. Es típica de ambientes más húmedos, en paleosuelos vadosos como costas de lagos, planicies de inundación, pantanos, humedales. Esta sección media muestra dos capas carbonáticas de margas masivas, cuya capa basal la cual presenta meteorización en pilares. Estas rocas carbonáticas reflejan condiciones de cuerpos de aguas alcalinos, eventuales, dentro de las planicies de inundación. Por último, el tramo superior registra cuerpos espesos y bien extensos (tabulares), de areniscas en artesas y planoparalelas, poco amalgamados, que le confieren un aspecto muy lajosos. Separan a estos cuerpos, importantes paquetes pelíticos de más de 10 m de espesor. Este arreglo refleja grandes periodos de desarrollo de paleosuelos secuencialmente cortados por breves periodos de fuertes lluvias y gran avenida de arenas

desde áreas positivas (¿abanicos distales?).

Por su parte cabe destacar que el tramo inferior de la Formación Chambira, contiene un nivel de tobas y tufolitas masivas, de más de medio metro de espesor, cuyos zircons primarios han arrojado para la muestra del Río Apurucayali (APU223T) una edad de 40,7 +/- 0,8 Ma y 40,5 +/- 1,3Ma para la muestra del Río Pangá (RPG23).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las facies sedimentarias descritas y el contenido paleontológico hallado en estas cuencas sedimentarias, señala una absoluta sedimentación continental, con modelos fluviales de distintos tipos de interfluvios (más secos a más húmedos) y depositación lacustre. En ninguno de los perfiles estudiados se registro la entrada de un mar paleoceno, como el sugerido por Louterbach *et al.* (2014) para la colindante cuenca de Madre de Dios.

Por su parte, es importante remarcar que se identificó por primera vez, el desarrollo de la Formación Pozo en estas cuencas, cosa que se había puesto en duda (*cf.* Louterbach *et al.* 2014). Otro elemento importante a remarcar, es la presencia en los tres perfiles de un evento piroclástico muy importante, en el tramo inferior de la Formación Chambira, de edad eocena (40-42 Ma). Este nivel tobáceo funciona como un nivel de correlación entre los perfiles de superficie y su potencial extensión al subsuelo.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Hermoza, W., Brusset, S., Baby, P., Gil, W., Roddaz, M., Guerrero, N. y Bolaños, R. 2005. The Huallaga foreland basin evolution: Thrust propagation in a deltaic environment, northern Peruvian Andes. *Journal of South American Earth Sciences* 19: 21-34.
- Koch, E. y Blissenbach, E. 1962. Las Capas Rojas del Cretáceo superior-Terciario en la región del curso medio del río Ucayali, Oriente del Perú. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú* 39: 7-141.
- Kummel, B. 1946. Estratigrafía de la región de Santa Clara. *Boletín de la Sociedad Geológica del Perú* 19: 133-144.
- Kummel, B. 1948. Geological reconnaissance of the Contamana region, Peru. *Geological Society of America Bulletin* 59: 1217-1266.
- Louterbach, M., Roddaz, M., Bailleul, J., Antoine, P.-O., Adnet, S., Kim, J.H., van Soelen, E., Parra, F., Gérard, J., Calderon, Y., Gagnaison, C., Sinninghe Damsté, J.S. y Baby, P. 2014. Evidences for a Paleocene marine incursion in Southern Amazonia (Madre de Dios Sub-Andean Zone, Peru). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 414: 451-471.
- Williams, M.D. 1949. Depósitos terciarios continentales del valle del Alto Amazonas. Volumen Jubilar XXV Aniversario parte II. *Sociedad Geológica del Perú* 5: 1-13.

ESQUELETO POSTCRANEANO DE UN OFIDIO DE LA FORMACIÓN MEALLA (PALEOCENO) DEL NOROESTE ARGENTINO

Laura N. TRIVIÑO¹, Adriana M. ALBINO²

¹CONICET- Sección Herpetología, Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, B1900FWA La Plata, Argentina. lauratrivinio@fcnym.unlp.edu.ar

²CONICET- Departamento de Biología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Funes 3250, B7602AYJ Mar del Plata, Argentina. aalbino@mdp.edu.ar

ABSTRACT

Postcranial skeleton of a snake from the Mealla Formation (Paleocene) of Northwestern Argentina. A postcranial skeleton of a snake from the Mealla Formation (Mina Aguilar, Province of Jujuy, Argentina) is preliminary described. Most of the Paleogene snakes of Argentina come from Patagonia; this specimen is the second record of a snake for the Northwestern Argentina. Most of the vertebrae are from the middle of the trunk; they are large and robust, shorter than wide, and wider than high. The absence of prezygapophyseal process and the presence of parazygantral and paracotylar foramina suggest affinities with the Family Madtsoiidae.

Keywords: Snakes, Paleogene, Santa Bárbara Subgroup.

INTRODUCCIÓN

Aunque en América del Sur las serpientes se registran desde el Cretácico superior, es durante el Paleógeno que su diversidad se hace más evidente con restos procedentes de Bolivia, Perú, Colombia, Ecuador, Brasil y Argentina (Albino y Brizuela 2014a). En particular para Argentina, todos los materiales descritos provienen de localidades patagónicas (Albino 2011, Albino y Brizuela 2014a). De este modo, poco se sabe acerca de la diversidad de serpientes paleógenas en otras regiones del país.

En el presente trabajo se da a conocer en forma preliminar el primer registro de una serpiente procedente de la Formación Mealla (provincia de Jujuy, Noroeste Argentino (NOA)).

CONTEXTO GEOLÓGICO

El Subgrupo Santa Bárbara (Grupo Salta) constituye una secuencia característica del Paleógeno del NOA, con sus formaciones Olmedo/El Tunal, Mealla, Maíz Gordo y Lumbreira. El material estudiado en este trabajo procede de sedimentos de la Formación Mealla aflorantes en cercanías de Mina Aguilar (km 29 en el camino desde Tres Cruces a Aguilar), provincia de Jujuy. Mientras que Quattrocchio et al. (1997) asignan esta formación al Taneliano (Paleoceno) y Woodbume et al. (2014) sugieren

una edad mamífero pre-Itaboraiense basado en la presencia del notoungulado *Simpsonotus*, Gelfo et al. (2009) sostienen la postura tradicional de referirla al Riochiquense (Eoceno temprano). Recientemente, Hyland et al. (2015) propusieron para esta unidad una edad aproximada de 59 Ma (Selandiano-Taneliano), en base a métodos magnetoestratigráficos, en coincidencia con las primeras interpretaciones cronológicas de Quattrocchio y colaboradores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de esta serpiente (PVL 4714, Colección Paleontología de Vertebrados Lillo, Facultad de Ciencias Naturales e IML, UNT), recuperado en el campo por el Dr. Jaime Powell (†), estaba incluido en un gran bloque de sedimento que incluía un cráneo y gran parte de la columna vertebral articulada. El cráneo fue removido para su preparación individual, pero hasta el momento no se ha podido acceder al mismo, por lo tanto se realizó el análisis del esqueleto postcraneano, que fue seccionado en 8 fragmentos. Consta de aproximadamente 72 vértebras precloacales, 2 vértebras cloacales y 7 caudales, incluyendo las costillas articuladas. Se separaron dos vértebras para describir e ilustrar, y se compararon con materiales actuales de la colección Herpetológica de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP-O) así

como con bibliografía sobre serpientes fósiles (véase Discusión).

RESULTADOS

En general las vértebras son grandes y robustas, más cortas que anchas y más anchas que altas. Las vértebras troncales medianas presentan arco neural ancho, moderadamente elevado y abovedado; espina neural relativamente alta; zigósfeno robusto, más ancho que el cótilo y de margen anterior cóncavo; presencia de forámenes parazigantrales y paracotilares; prezigapófisis bien desarrolladas e inclinadas sobre la horizontal; ausencia de proceso prezigapofisario; centro vertebral de sección triangular, anteriormente ensanchado; cótilo y cóndilo grandes, más anchos que altos; y paradiapófisis de ubicación bastante baja y con superficies de articulación poco diferenciadas. Las vértebras troncales anteriores poseen hipopófisis bien desarrolladas que se acortan significativamente hacia la vértebra número 44, de modo que en las vértebras subsiguientes es reemplazada por una carena hemal, sobresaliente y delgada en las vértebras medianas y aplanada y ancha en las posteriores.

CONCLUSIONES

La mayoría de los escamosos (Reptilia: Squamata) del Paleógeno de Argentina están representados por serpientes procedentes de localidades patagónicas. Además de varias formas indeterminadas (Albino 1993, 2012), se reconocen cuatro géneros: *Madtsoia*, *Chubutophis*, *Waincophis* y *Boa* (Simpson 1933, 1935, Hoffstetter 1959, Albino 1987, 1993, 2011, Albino y Carlini 2008, Albino y Brizuela 2014b). Aparte de estos registros patagónicos, el NOA ha provisto restos de escamosos en la Formación Lumbrera Inferior, entre los que se incluye un lagarto tupinambino (Donadio 1985, Brizuela y Albino 2015) y una serpiente aún inédita (Albino 1993). De esta manera, el hallazgo de una serpiente en la Formación Mealla reportado en el presente trabajo amplía el registro temporal para el Paleógeno del NOA.

La ausencia del proceso prezigapofisario y la presencia de forámenes parazigantrales y paracotilares sugieren la afinidad de esta serpiente con los miembros de la familia Madtsoiidae. Esta familia constituye un grupo extinto de serpientes continentales de distribución fundamentalmente gondwánica (Laduke et al. 2010). Aunque su monofilia no ha podido ser corroborada, el grupo incluye una cantidad de géneros conocidos principalmente por sus vértebras. En América del Sur se documenta la presencia de madtsoideos desde el Cretácico (Albino 1987, 1993, 1994, 2000, 2011) hasta el Oligoceno (Albino y Brizuela 2014b), estando en Argentina sólo en localidades de la Patagonia (Simpson 1933, Hoffstetter 1959, Albino 1993). En este sentido, de confirmarse la

presencia de un madtsoideo en el NOA, se enriquece el registro sudamericano del grupo y su distribución durante el Paleógeno.

AGRADECIMIENTOS

A los curadores de la colección Paleontología de Vertebrados Lillo, a Javier Posik del Museo de La Plata por la separación y preparación del material y a las coordinadoras del simposio “El Paleógeno de América del Sur” por su invitación. A CONICET (PIP 112-201501-00065CO) y Universidad Nacional de La Plata.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Albino, A.M. 1987. The Late Cretaceous fauna of Los Alamitos, Patagonia, Argentina. V: Theophidians. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia e Instituto Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales. Paleontología 3: 141-146.
- Albino, A.M. 1993. Snakes from the Paleocene and Eocene of Patagonia (Argentina): paleoecology and coevolution with mammals. Historical Biology 7: 51-69.
- Albino, A.M. 1994. Una nueva serpiente (Reptilia) del Cretácico tardío de Patagonia, Argentina. Pesquisas 21: 58-63.
- Albino, A.M. 2000. New record of snakes from the Cretaceous of Patagonia (Argentina). Geodiversitas 22: 247-253.
- Albino, A.M. 2011. Evolution of Squamata Reptiles in Patagonia based on the fossil record. En: Ruzzante, D.E. y Rabassas, J. (eds.) Palaeogeography and palaeoclimatology of Patagonia: Implications for biodiversity. Biological Journal of the Linnean Society 103: 441-457.
- Albino, A.M. 2012. First snake record from the Sarmiento Formation at La Gran Hondonada (Chubut Province, Argentina). Ameghiniana 49: 230-235.
- Albino, A.M. y Brizuela, S. 2014a. An overview of the South American fossil Squamates. The Anatomical Record 297: 349-368.
- Albino, A.M. y Brizuela, S. 2014b. First record of squamate reptiles from the Oligocene of South America. Alcheringa, doi: 10.1080/03115518.2014.886029.
- Albino, A.M. y Carlini, A.A. 2008. First record of *Boa constrictor* (Serpentes, Boidae) in the Quaternary of South America. Journal of Herpetology 42: 82-88.
- Brizuela, S. y Albino, A.M. 2015. First Tupinambinae (Squamata, Teiidae) from the Paleogene of South America. Historical Biology, doi: 10.1080/08912963.2014.993629.
- Donadio, O.E. 1985. Un nuevo Lacertilo (Squamata, Sauria, Teiidae) de la Formación Lumbrera (Eoceno temprano) Provincia de Salta, Argentina. Ameghiniana 22: 221-228.
- Gelfo, J.N., Goin, F.J., Woodburne, M.O. y Muizon, C. 2009. Biochronological relationships of the earliest South American Paleogene mammalian faunas. Palaeontology 52: 251-269.
- Hoffstetter, R. 1959. Un dentaire de Madtsoia (serpent géant du Paléocène de Patagonie). Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle 31: 379-386.
- Hyland, E.G., Sheldon, N.D. y Cotton, J.M. 2015. Terrestrial evidence for a two-stage mid-Paleocene biotic event. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 417:



- 371-378.
- Laduke, T.C., Krause, A.W., Scanlon, J.D. y Kley, N.J. 2010. A Late Cretaceous (Maastrichtian) snake assemblage from the Maevarano Formation, Mahajanga Basin, Madagascar. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30: 109-138.
- Quattrocchio, M., Volkheimer, W. y Del Papa, C. 1997. Palynology and paleoenvironment of the "Faja Gris", Mealla formation (Salta Group) at Garabatal Creek (NW Argentina). *Palynology* 21: 231-247.
- Simpson, G.G. 1933. A new fossil snake from the *Notostylops* Beds of Patagonia. *Bulletin of the American Museum of Natural History* 67: 1-22.
- Simpson, G.G. 1935. Early and middle Tertiary geology of the Gaiman Region, Chubut, Argentina. *American Museum Novitates* 775: 1-29
- Woodburne, M.O., Goin, F.J., Bond, M., Carlini, A.A., Gelfo, J.N., López, G.M. y Zimicz, A.N. 2014. Paleogene land mammal faunas of South America; a response to global climatic changes and indigenous floral diversity. *Journal of Mammalian Evolution* 21: 1-73.

ESTRATIGRAFIA Y PALEONTOLOGIA DE LOS DEPÓSITOS CONTINENTALES EOCENOS DEL SUR DE MENDOZA

Maisa TUNIK¹, Bárbara VERA², Esperanza CERDEÑO²

¹Instituto de Investigación en Paleobiología y Geología, Universidad Nacional de Río Negro. Av. General Roca 1242. General Roca. Río Negro. mtunik@unrn.edu.ar

²Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CONICET, Avenida Ruiz Leal s/n, 5500 Mendoza, Argentina, bvera@mendoza-conicet.gob.ar; espe@mendoza-conicet.gob.ar

ABSTRACT

Stratigraphy and paleontology of continental Eocene deposits from the south of Mendoza. During the decade of 1980, fossil mammals were recovered from an unnamed lithostratigraphic unit in Agua de Flores (south Mendoza Province). These fossils allowed recognizing a middle Eocene age for the sediments for the first time in this provincial area. Later, new discoveries in Cenozoic deposits of a very near locality, Agua de Isaac, confirmed the presence of middle Eocene levels in this zone. A little southern, a Tertiary geologic unit, the Puesto Fortunata Formation, had been defined at Anfiteatro Liu Malal locality, but without assigning a precise age to it within the Cenozoic. In this context, the objective of this contribution deals with the correlation of these different Cenozoic deposits within a regional framework. Based on lithological characterization, we consider them to correspond to the same unit, the already defined Puesto Fortunata Formation, which is assigned to middle Eocene based on paleontological content.

Keywords: Biostratigraphy, Eocene, Mendoza Province, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los afloramientos cenozoicos de la cuenca Neuquina, ubicados en el borde oeste de la altiplanicie del volcán Payún Matrú, en el sur de la provincia de Mendoza, fueron descritos en la hoja “Confluencia Río Grande-Barrancas” por Groeber (1933), donde el autor mencionó los “conglomerados terciarios y arcillas y tobas terciarias” en un perfil esquemático que realizó “algo al norte” del sitio conocido como Anfiteatro Liu Malal. Posteriormente, en este lugar, González Díaz (1979) analizó las mismas unidades descritas por Groeber (1933) y les confirió rango de formaciones: El Pingücho (Eoceno-Oligoceno?) y Puesto Fortunata (Mioceno?), coincidiendo con Groeber (1933) en la edad pre-Miocena de estas unidades a partir de sus relaciones estratigráficas con los basaltos suprayacentes.

En la década de 1980, como parte de los relevamientos efectuados por las comisiones geológicas de YPF en las cercanías del puesto Agua de Flores, Kozłowski *et al.* (1987a, b) utilizaron el nombre Grupo Laguna Blanca para describir los sedimentos clásticos y volcanoclásticos “terciarios” donde hallaron restos de mamíferos. En dicha localidad, Kozłowski *et al.* (1987a, b) levantaron un perfil estratigráfico, ubicando el Grupo Laguna Blanca

en discordancia sobre el Grupo Malargüe y cubierto por los basaltos del Payún, y sugirieron una edad oligocena a los sedimentos portadores. Los fósiles fueron enviados a Rosendo Pascual y conservados en el Museo de La Plata. Posteriormente, Pascual y de la Fuente (1993) asignaron dichos restos de mamíferos a la familia Oldfieldthomasiidae (Notoungulata), género y especie indeterminados, y señalaron que procedían de una unidad litoestratigráfica innominada que, por correlación con la fauna de Patagonia, correspondería al Eoceno. Recientemente, Vera *et al.* (2014) dieron a conocer nuevos restos de mamíferos hallados en las cercanías del puesto Agua de Isaac, localizado a 8 km al sur del puesto Agua de Flores (Kozłowski *et al.* 1987a), y reconsideraron el material original estudiado por Pascual y de la Fuente (1993), confirmando que corresponde al Eoceno, al igual que los ejemplares hallados en Agua de Isaac.

Con el objetivo de correlacionar las unidades estudiadas por Groeber (1933) y González Díaz (1979) con las de Kozłowski *et al.* (1987a), se realizaron nuevos trabajos de campo en Agua de Isaac y en Liu Malal, localidad ubicada a unos 30 km hacia el sureste del puesto Agua de Isaac.

MÉTODOS

Se llevó a cabo una campaña a la zona de Liu Malal, con el fin de identificar los afloramientos cenozoicos descritos por Groeber (1933) y González Díaz (1979). Para ello, se utilizaron cartas geológicas y mapas publicados de la zona, así como las descripciones realizadas por estos autores. Asimismo, se realizó una nueva prospección en la localidad de Agua de Isaac, con el objetivo de revisar la sección estratigráfica reportada por Vera *et al.* (2014), ubicar los niveles portadores, coleccionar nuevos fósiles e intentar establecer correlaciones con el perfil de Liu Malal.

RESULTADOS

Anfiteatro Liu Malal. En esta localidad, ubicada en las cabeceras del arroyo Liu Malal próxima al puesto La Fortunata, los sedimentos “terciarios” que afloran por encima de la Formación Pircala-Coihueco (Criado Roque 1950) y por debajo de los basaltos del Payún, se reconocen como la Formación Puesto Fortunata definida por González Díaz (1979). Se reconocieron tres sectores donde afloran los sedimentos cenozoicos, siendo el más completo el ubicado al norte del puesto. Los sedimentos observados son saltuarios y se encuentran cubiertos por detritos cuaternarios, lo que no permitió realizar un perfil estratigráfico de detalle. A pesar de ello, se distinguieron 3 secciones: a) inferior, de una potencia de 30 m y compuesta por pelitas rojizas y verdosas, b) media, de un espesor de 20 m y constituida por bancos de areniscas tobáceas blanquecinas, sabulitas feldespáticas y areniscas laminadas, y c) superior, con un espesor de 10 m y compuesta por un nivel importante de areniscas tobáceas que culminan con un banco de areniscas masivas de unos 2 m de potencia. Luego, el perfil se cubre con detritos cuaternarios hasta llegar al borde alto de la altiplanicie del Payún.

En los niveles de areniscas tobáceas de la sección media se hallaron abundantes fragmentos de dientes y huesos de mamíferos *in situ* que constituyen los primeros hallazgos para esta localidad. El estudio y la comparación preliminar de los dientes hallados en Liu Malal con los especímenes que provienen de las localidades de Agua de Flores y Agua de Isaac, así como con faunas de Patagonia y La Pampa, permiten ubicar los niveles portadores en el Eoceno medio.

Agua de Isaac. En la localidad Agua de Isaac se completó el perfil estratigráfico relevado por Vera *et al.* (2014), este perfil se inicia con los conspicuos bancos portadores de fósiles marinos de la Formación Roca; por encima de la misma, se identificaron las pelitas asigna-

das a la Formación Pircala-Coihueco, las cuales están cubiertas por areniscas tobáceas y sabulitas con niveles de basaltos intercalados. En estas areniscas tobáceas se halló un maxilar de ungulado nativo (Vera *et al.* 2014) y, recientemente, un fragmento *in situ* identificado como un fémur de vertebrado de tamaño mediano, cuyo estudio está en preparación (BV).

CONCLUSIONES

El estudio y la comparación de los distintos afloramientos cenozoicos a lo largo del borde oeste de la altiplanicie del volcán Payún Matrú permitieron establecer correlaciones litológicas y paleontológicas entre las distintas localidades reconocidas en ese sector de la cuenca Neuquina. De esta manera, proponemos que los sedimentos paleógenos que afloran en las cercanías de los puestos Agua de Isaac y Agua de Flores reciban el nombre de Formación Puesto Fortunata, la cual fue definida por González Díaz (1979) en la localidad de Liu Malal. A su vez, el registro de mamíferos en dicha localidad aumenta el número de faunas eocenas conocidas en la provincia de Mendoza (Agua de Flores-Agua de Isaac y Formación Divisadero Largo) y de forma preliminar parecen indicar una mayor diversidad taxonómica de la conocida hasta el momento para este período en el sur de Mendoza.

LISTA DE TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Criado Roque, P. 1950. Consideraciones generales sobre el Terciario del sur de la Provincia de Mendoza. Asociación Geológica Argentina 4: 233-255.
- González Díaz, E.F. 1979. Descripción geológica de la Hoja 31d, La Matancilla, provincia de Mendoza. Boletín del Servicio Geológico Nacional 173:1-96.
- Groeber, P. 1933. Descripción de la Hoja 31c Confluencia de los ríos Grande y Barrancas (Mendoza y Neuquén). Dirección de Minería y Geología. Boletín N° 38. Buenos Aires.
- Kozłowski, E., Cruz, C. y Rebay, G. 1987a. Informe geológico Zona Puntilla del Huincán. Mendoza. Yacimientos Petrolíferos Fiscales S.A., 45 pp. (Informe inédito).
- Kozłowski, E. Cruz, C. y Rebay, G. 1987b. El Terciario Vulcanoclástico de la Zona Puntilla de Huincán. Provincia de Mendoza, Argentina. Simposio de Vulcanismo Andino. 10° Congreso Geológico Argentino. Actas IV: 229-232. Tucumán.
- Pascual, R. y de la Fuente, M.S. 1993. Vertebrados Fósiles Cenozoicos. En: Ramos, V.A. (ed.) Geología y recursos naturales de Mendoza. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Explotación de Hidrocarburos (Mendoza, 1993). Relatorio I (16): 357-363, Buenos Aires.
- Vera, B., Tunik, M. y Cerdeño, E. 2014. Continental Eocene of Mendoza: new data and biostratigraphic implications. 4th International Paleontological Congress. Mendoza (Argentina). Abstract volume: 832, Mendoza.