

Registro del teleósteo *Gasteroclupea branisai* en la Formación Yacoraite (Maastrichtiano-Daniano) en el área de Tres Cruces, Jujuy, Argentina. Tafonomía y correlación estratigráfica.

Carlos A. CÓNSOLE GONELLA¹; Alberto L. CIONE² y Florencio G. ACEÑOLAZA¹

Abstract: RECORD OF *GASTEROCLUPEA BRANISAI* IN THE YACORAITE FORMATION (MAASTRICHTIAN-DANIAN) AT TRES CRUCES, JUJUY, ARGENTINA. TAPHONOMY AND STRATIGRAPHIC CORRELATION. Several specimens of the peculiar coracoids of *G. branisai* (Teleostei, Clupeiformes) were found near Tres Cruces, Jujuy. A taphofacies P1 of disarticulated fishes was defined there. This taphofacies is evenly distributed as a pavement of less than 1 cm of thickness. It is a monotypic, monospecific, and unimodal concentration. There is no orientation. According to the present evidence, a prolonged time of exposition in the active taphonomic zone is inferred. This allowed the disarticulation and posterior selective transportation of the coracoid bones. A decantation deposition is hypothesized because bioclasts are not oriented on the surfaces. The accumulation is considered para-autoctone. Finally, the relevance of *G. branisai* as a stratigraphic correlation in Argentina and Bolivia is commented.

Resumen: REGISTRO DEL TELEÓSTEO *GASTEROCLUPEA BRANISAI* EN LA FORMACIÓN YACORAITE (MAASTRICHTIANO-DANIANO) EN EL ÁREA DE TRES CRUCES, JUJUY, ARGENTINA. TAFONOMÍA Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA. Varios especímenes de los peculiares coracoides de *G. branisai* (Teleostei, Clupeiformes) han sido hallados cerca de Tres Cruces, Jujuy. Se define una tafofacies P1 de peces desarticulados. Esta tafofacies se distribuye uniformemente y en forma de pavimento, siendo su espesor menor a 1 cm en la sección analizada. Es una concentración monotípica, monoespecífica, unimodal y de tipo sedimentológica, no presentando las partes una orientación preferencial. Dadas las características antes descritas se infiere para esta concentración un elevado tiempo de exposición de las carcasas en la zona tafonómicamente activa (TAZ), lo que permitió su desarticulación y el posterior transporte selectivo de los coracoides. A partir de la disposición no orientada de los bioclastos en la superficie de sedimentación se infiere una depositación por decantación, tratándose de una acumulación para-autóctona. Finalmente se comenta la importancia regional *G. branisai* como elemento de correlación estratigráfica de varias unidades de Argentina y Bolivia.

Key words: Cretaceous. Cenozoic. Jujuy. Argentina. Actinopterygii. Clupeiformes. Taphonomy.

Palabras clave: Cretácico. Cenozoico. Jujuy. Argentina. Actinopterygii. Clupeiformes. Tafonomía.

Introducción

El primer reporte del teleósteo *Gasteroclupea branisai* fue realizado por Schaeffer (1963) con un esqueleto articulado procedente de la localidad de Cayara, Departamento de Potosí, Bolivia. El material se halló en niveles de la Formación El Molino y Schaeffer lo identificó preliminarmente como perteneciente a la Familia *Clupeidae*. Posteriormente, Signeux (1964) nombra y describe al nuevo género y especie. Investigaciones subsiguientes identificaron a *G. branisai* en distintas localidades de las Formaciones El Molino (Maastrichtiano-Daniano) y Santa Lucía (Daniano) (Arratia y Cione 1996; Gayet *et al.* 1991, 2001; Gelfo *et al.*, 2009). También fue reportada en el Miembro Quevedo de

¹ Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO) Universidad Nacional de Tucumán - CONICET. Miguel Lillo 205 (4000), San Miguel de Tucumán - Argentina. E-mail: carlos_console@yahoo.com.ar

² División Paleontología de Vertebrados. Museo de La Plata 1900 La Plata. E-mail: acione@museo.fcnym.unlp.edu.ar

la Formación Navay de Venezuela (Sánchez y Lorente, 1977). Esta unidad es datada entre el Coniaciano y el Maastrichtiano (véase Sánchez-Villagra *et al.*, 2008).

La primera mención de esta especie para la Formación Yacoraite (Turner, 1959) de Argentina pertenece a Aceñolaza (1968) en su trabajo sobre la geología de la Sierra de Cajas (Humahuaca, provincia de Jujuy), siendo el primer autor en considerar a *G. branisai* como un importante elemento para ratificar la correlación geológica entre las formaciones El Molino y Yacoraite. Leanza (1969) analiza la distribución de esta fauna en Argentina y efectúa las primeras consideraciones tafonómicas sobre estas concentraciones de *G. branisai* para las localidades de Barro Negro y Cerro Colorado (Humahuaca, Jujuy) y La Puerta (Molinos, Salta) observando que sólo se preservaban los grandes coracoides de estos peces, los que cubrían los afloramientos mencionados en gran cantidad.

En esta contribución se presenta un nuevo registro de *Gasteroclupea branisai* en la Formación Yacoraite, 6 km al este de la localidad de Tres Cruces, sobre la Cordillera Oriental, en el ámbito de la Subcuenca de Tres Cruces, Departamento de Humahuaca, Provincia de Jujuy (Figura 1). Con esta finalidad se ha levantado un perfil estratigráfico de detalle (Figura 2). La selección de la sección estudiada se realizó en función de la buena preservación del material paleontológico expuesto. Finalmente se discute la importancia *G. branisai* como elemento de correlación geológica para el lapso Maastrichtiano-Daniano en Argentina y Bolivia.

Marco Geológico

La Formación Yacoraite (Groeber, 1952) es una de las unidades que integran el Grupo Salta (Turner, 1959). Este grupo ha sido definido como una cuenca de tipo rift, cuyos depósitos de 5000 m de espesor se acumularon entre el Neocomiano y el Eoceno, por lo que la sedimentación abarca la transición Cretácico-Cenozoico (Marquillas *et al.* 2003; Sial *et al.* 2001). Su cuenca se desarrolló totalmente sobre basamento precámbrico y paleozoico, notándose que las distintas formaciones del Grupo Salta se apoyan ya sea sobre rocas pampeanas, especialmente las del Cratógeno Central, o bien sobre la mayoría de las formaciones del Paleozoico del norte argentino (Aceñolaza y Toselli, 1981). La unidad más característica del Subgrupo Balbuena (Moreno, 1970) es la Formación Yacoraite. Se ha definido a la “Cuenca Yacoraite” como una cuenca carbonática restringida, somera y extensa, de posición intracontinental, alejada de las influencias directas y permanentes del mar abierto y por lo tanto con caracteres que le son propios (Marquillas, 1985). Está ampliamente distribuida en el noroeste argentino en una serie de fosas o subcuencas: Tres Cruces, Lomas de Olmedo, Metán, Alemania, Cerro Hermoso, El Rey y El Charco o Sey. La unidad ha sido caracterizada sedimentológicamente como una cuenca carbonática somera y extendida, y partir de la continua y rápida migración del nivel de base del oleaje se infieren pendientes suaves de plataforma somera epicontinental (Marquillas, 1985). Las facies sedimentarias indican condiciones someras, en posiciones próximas a la costa (*shoreface*) en alternancia con depósitos sublitorales, y el dominio de estructuras de oleaje tanto de buen tiempo como de tormenta, lo que sugiere un régimen dominado por olas, con mareas subordinadas (Marquillas, 1985). Estas consideraciones son consecuentes con los análisis geoquímicos realizados sobre sus calizas, los que revelan valores de isótopos estables coherentes con el ambiente marino somero predominante del depósito (Marquillas *et al.*, 2007).

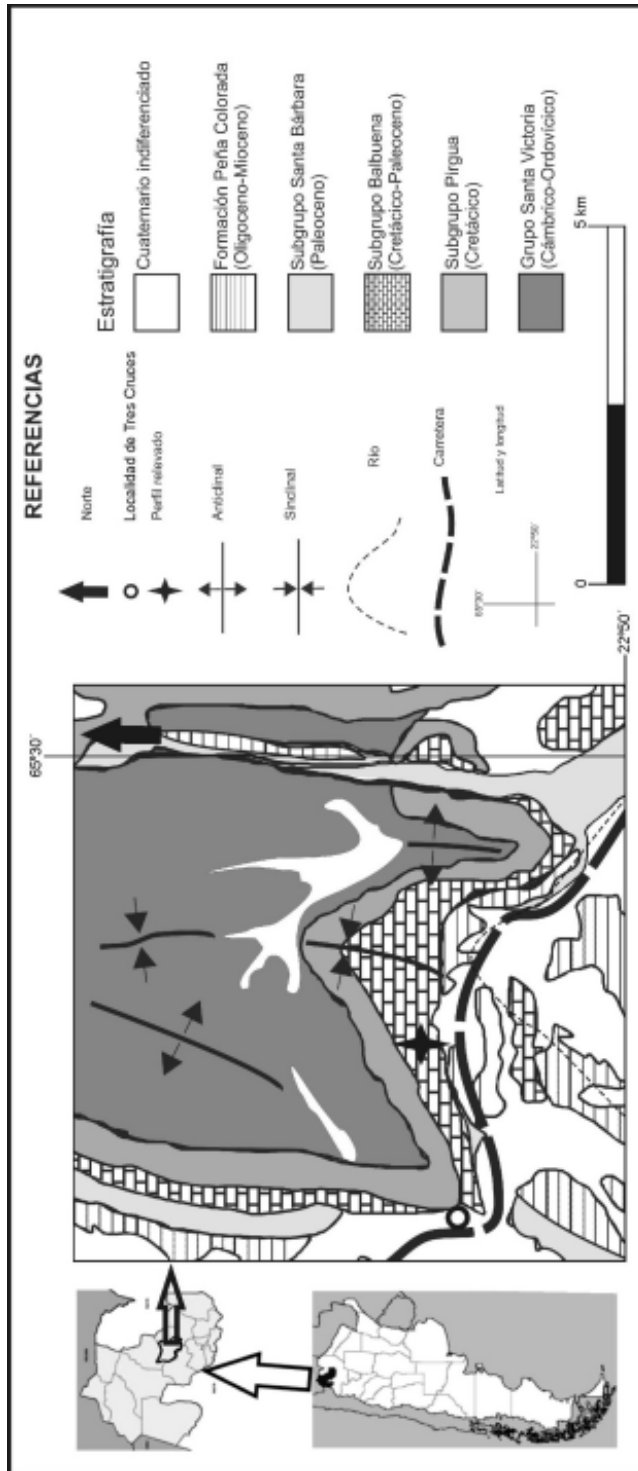


Figura 1. Mapa geológico del área de estudio.

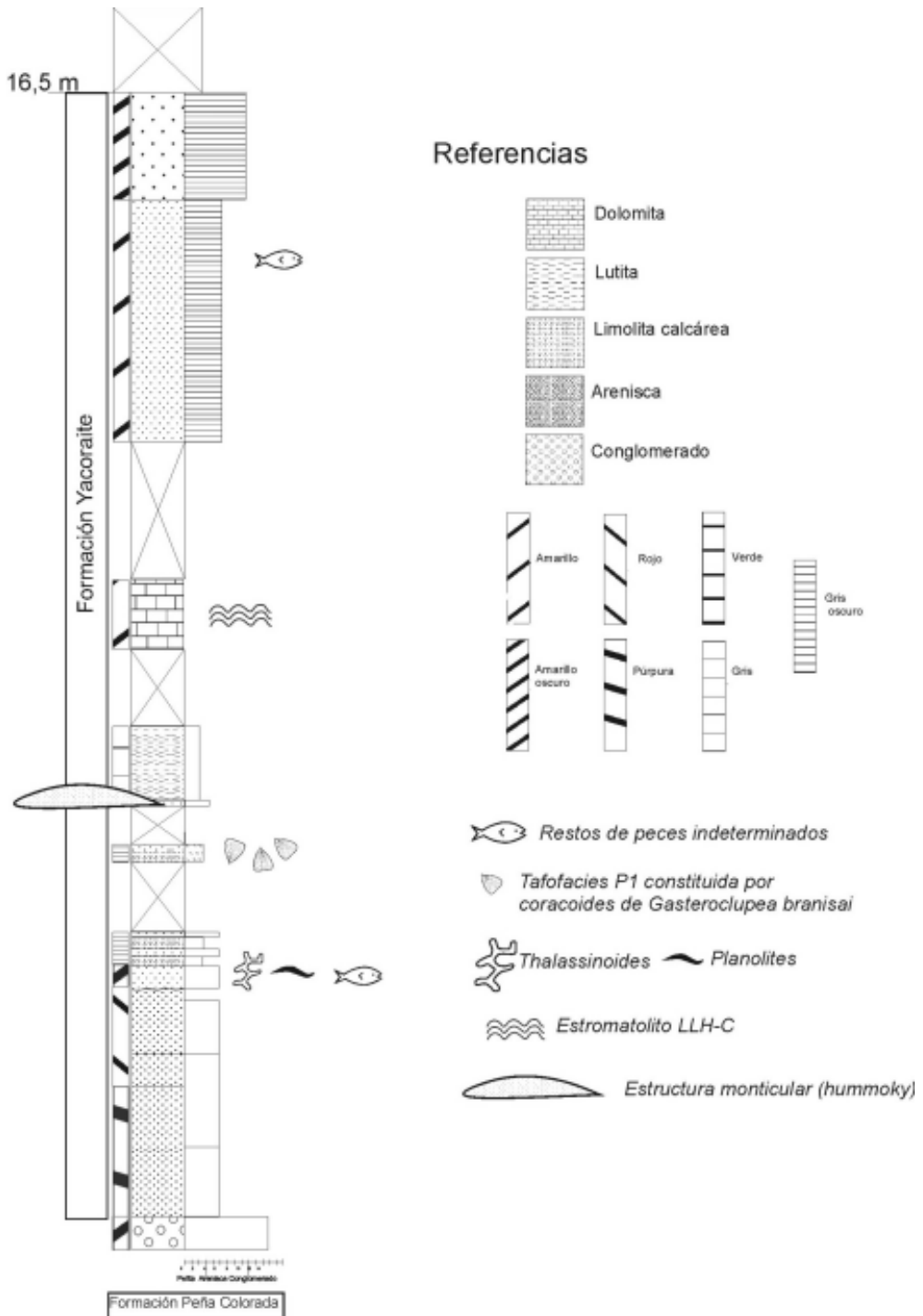


Figura 2. Sección relevada con indicación del contenido paleontológico.

Paleontología de la unidad y edad

La paleontología de la unidad es muy rica, se han reconocido restos de peces (Arratia y Cione, 1996; Benedetto y Sánchez, 1971, 1972; Cione, 1977; Cione y Pereira, 1985; Cione *et al.* 1985; Powell, 1979), reptiles (Gasparini y Buffetaut, 1980) y dinosaurios (Powell, 1979), gasterópodos (Bonarelli, 1927; Cónsole Gonella *et al.*, 2009; Schlagintweit, 1937), ostrácodos, pelecípodos, escasos miliólidos, carófitas y otras algas, restos vegetales y palinomorfos, además de huellas de dinosaurios y de aves (Alonso, 1980; Alonso y Marquillas, 1986; Marquillas *et al.*, 2005; Marquillas *et al.* 2007; Marquillas y Salfity, 1994). Se acepta para la formación una edad que corresponde al lapso Maastrichtiano-Daniano. Esta determinación se basa en la presencia de huellas de dinosaurios del Senoniano (Alonso y Marquillas, 1986) y palinomorfos maastrichtianos y danianos (Marquillas *et al.*, 2007; Moroni, 1982). Los antecedentes sobre su icnología son escasos y se remontan los primeros a simples menciones sobre la existencia de trazas de vermiformes y gasterópodos para la provincia de Salta (Frenguelli, 1936; Marquillas, 1984). El primer trabajo sistemático sobre las trazas de la Formación Yacoraite pertenece a Cónsole Gonella *et al.* (2009) quienes identificaron a la icnofacies de *Glossifungites* en la localidad de Jueya, provincia de Jujuy, siendo notoria la predominancia en estos niveles de los icnogéneros *Skolithos*, *Gastrochaenolites* y *Trypanites*, los cuales indican características de plataforma somera y elevada energía, caracterizando probablemente una superficie de omisión extendida.

Particularmente para la localidad de Tres Cruces el registro paleontológico de la Formación Yacoraite es diverso, y justamente ésta diversidad ha ocasionado numerosas confusiones en la interpretación de su edad y características paleoambientales. Fue analizado por primera vez por Steinmann *et al.* (1904) y publicado posteriormente por Fritzsche (1924). Estos autores mencionan la presencia en varios niveles de estromatolitos dómicos, denominados *Pucalithus* (Steinmann *et al.*, 1904), considerándolos homólogos a los observados por D'Orbigny (1835) en Potosí (Bolivia) en su "serie mesozoica boliviana". Este autor los había designado originalmente *calcaires ondulés* (calcáreos ondulados), llamando su atención la morfología ondulada o "mamelonar" de su superficie, considerándolo por esto un fósil particular, útil para correlacionar geológicamente a los terrenos mesozoicos calcáreos de Argentina y Bolivia.

D'Orbigny (1835) describe en Potosí, junto a los niveles con *Pucalithus*, a *Chemnitzia potosensis*, un gasterópodo al que Brackebusch (1883) había reconocido en el norte de Jujuy, pero denominándolo *Melania potosensis*, adscribiendo a un error genérico cometido por el mismo D'Orbigny en su trabajo original (Bonarelli, 1921). Desafortunadamente este error se difundió en los trabajos subsiguientes de Steinmann *et al.* (1904) y Fritzsche (1924) quienes utilizaron nuevamente este género para clasificar a la malacofauna de Tres Cruces, distinguiendo en el área a *Melanooides bicarinata* var. *grandis*, además de las especies *Cerithium polygyricum*, *Chara elliptica* y *Chara ovalis*. A partir de estos hallazgos los territorios calcáreos mesozoicos de las cordilleras centrales y orientales bolivianas y argentinas serían denominados "horizontes con *Melania*" o "formación con *Melania*" o *Pucasandstein* (arenisca de *puca*, o arenisca roja, ya que en quechua el vocablo *puca* significa "roja") (Steinmann, 1906) en virtud de la abundancia y distribución de esta fauna, aunque sin acuerdo ni precisión sobre la edad exacta de esta formación.

Esta diversidad de criterios sobre la edad de la unidad se debió principalmente a la influencia de D'Orbigny (1835) quien había considerado como triásica a *Chemnitzia potosensis*, lo que llevó a Brackebusch (1883) a considerar a la Formación Yacoraite como triásica superior o jurásica inferior. Steinmann (1906), sin embargo, propuso a su vez una edad Cretácica Superior, en función de la correlación realizada con la fauna de la Formación Miraflores de Potosí (Bolivia), rica en amonites. Posteriormente Bonarelli (1921, 1927) quien estudió los gasterópodos de Tres Cruces, se sorprendió al no encontrar a *Chemnitzia potosensis*, identificando en su lugar a los géneros *Spirostylus*, *Heligmostylus*

y *Purpudinae*, que en Europa, son característicos del Jurásico Inferior. Luego de muchos años Leanza (1969) menciona para el área el hallazgo de coracoides atribuidos al pez *Gasteroclupea branisai* en las localidades de Barro Negro y Cerro Colorado. Este pez había sido descrito por primera vez por Schaeffer (1963) para la Formación El Molino en el sinclinal Miraflores (Potosí, Bolivia), por lo que Leanza (1969) interpretó consecuentemente a la Formación Yacoraite como una continuación de esta unidad hacia el sur, y al asumir la correlación de ambas, propuso una edad correspondiente al lapso Campaniano-Maastrichtiano, ratificada luego por Musacchio (1972) que investigó carófitas en la localidad.

Paleontología sistemática

Orden Clupeiformes
 Suborden Clupeoidei
 Superfamilia Pristigasteroidea
 Familia *incertae sedis*
 Género *Gasteroclupea* Signeux, 1964
Gasteroclupea branisai Signeux, 1964

Material y repositorio: PIL 14.604. 15 coracoides aislados. Colección Paleontológica de Vertebrados de la Fundación Miguel Lillo. Miguel Lillo 205, San Miguel de Tucumán (4000), Argentina.

Descripción: El material está distribuido en siete muestras de mano. Los coracoides poseen una forma de triángulo acutángulo, presentando entre 22 y 47 crestas. No hay una relación entre el número de crestas y el ancho máximo de cada aleta. La preservación es variable.

Observaciones: Signeux (1964) comparó a estos peces con integrantes de los órdenes Characiformes y Clupeiformes y los asignó a estos últimos (véase Cione y Pereira, 1985). Grande (1985) discutió las similitudes existentes en la cintura pectoral con Characiformes pero confirmó sus afinidades con los Clupeiformes a base de la presencia de escudos dorsales y ventrales. Además, Grande (1985) sugiere su afinidad con los Pristigasteroidea. Cione y Pereira (1985) observan que los Clupeiformes son peces típicamente marinos, aunque poseen representantes dulceacuícolas. Gayet *et al.* (1991) revisan los registros de Bolivia y sugieren que *G. branisai* fue un pez endémico de la cuenca andina, y en relación a la naturaleza de su hábitat, lo consideran con reservas como un clupeido de agua dulce secundario, es decir que puede subsistir en condiciones marinas (ver asimismo Gayet *et al.*, 1993; Gayet y Meunier, 1998). Fundamentan esta hipótesis en la asociación típica observada entre *G. branisai* con ostrácodos de aguas salobres. En este sentido, Cione y Pereira (1985) postulan que *G. branisai* no es informativo respecto de las condiciones de salinidad de la Formación Yacoraite.

Consideraciones tafonómicas

La concentración analizada es del tipo monotípica y monoespecífica, constituida sólo por coracoides de *Gasteroclupea branisai*. La concentración se dispone en forma de pavimento menor a 1 cm de espesor sobre la estratificación, y pertenece a una litofacies de limolita calcárea cuya estructura está dominada por óndulas de interferencia. En relación a los atributos tafonómicos observados el más importante es la desarticulación, no observándose redondeamiento de aristas. Algunos elementos presentan disolución, siendo esta probablemente diagenética, debida a fluctuaciones de pH. No se

observa bioerosión o incrustación. Se presume selección hidrodinámica de los bioclastos, no existiendo otro tipo de bioclasto preservado sobre la superficie de sedimentación. El grado de desarticulación permite inferir un ambiente oxigenado que posibilitó el decaimiento original de las carcasas, sugiriendo un tiempo de exposición mayor al rango de horas (Brett y Baird, 1986). Dadas las características antes descritas se define una tafofacies P1 de peces desarticulados, y se infiere para esta concentración un elevado tiempo de exposición de las carcasas en la zona tafonómicamente activa (TAZ), lo que permitió su desarticulación y el posterior transporte selectivo de los coracoides. A partir de la disposición no orientada de los bioclastos en la superficie de sedimentación se infiere una depositación por decantación, tratándose de una acumulación para-autóctona.

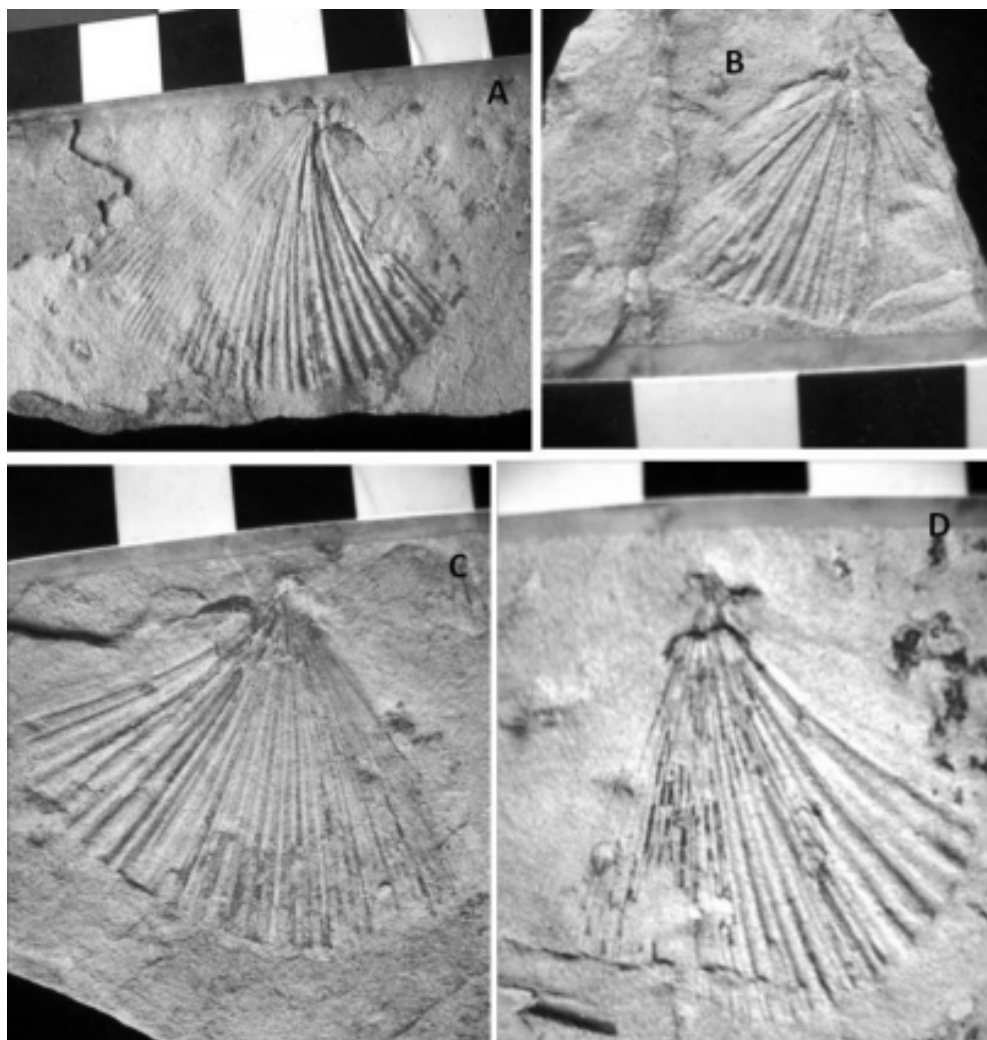


Figura 3. A-D Coracoides de *Gasteroclupea branisai* Signeux, 1964 (PIL 14.604). Cada cuadro en la escala corresponde a 1 cm.

Su valor para la correlación estratigráfica

Gasteroclupea branisai es el pez más ampliamente distribuido en número de localidades y en cantidad de niveles en la Formación El Molino de Bolivia (Gayet *et al.*, 1993) de edad Maastrichtiano-Daniano (Gelfo *et al.*, 2009). Se lo registra asimismo en la suprayacente Formación Santa Lucía (Gayet *et al.*, 1993; Gayet, 1998). La Formación Santa Lucía es actualmente considerada de edad Paleoceno temprana (Gelfo *et al.*, 2009; Muizon, 1998; Muizon y Cifelli, 2000). Consecuentemente, *G. branisai* parece haber sobrevivido a la extinción Cretácico-Cenozoica y su valor como elemento de correlación temporal en la región abarca desde el Maastrichtiano al Daniano.

Bibliografía

- Aceñolaza, F.G. 1968. Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas, departamento Humahuaca, Provincia de Jujuy. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 23 (3): 207-222.
- Aceñolaza, F.G., y Toselli, A.J. 1981. Geología del Noroeste Argentino. *Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Publicación Especial* 1287: 1-212.
- Alonso, R. N. 1980. Icnitas de dinosaurios (Ornithopoda, Hadrosauridae) en el Cretácico superior del Norte de Argentina. *Acta Geológica Lilloana*, 15: 55-63.
- Alonso, R. N., y Marquillas, R. A. 1986. Nueva localidad con huellas de dinosaurios y primer hallazgo de huellas de aves en la Formación Yacoraite (Maastrichtiano) del Norte Argentino. *Actas 4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* 2: 33-41.
- Arratia, G., y Cione, A.L. 1996. The fish fossil record of Southern South America. *Münchener Geowissenschaft Abhandlungen*, 30: 9-72.
- Benedetto, J.L., y Sánchez, T. 1971. El hallazgo de peces Pycnodontiformes (Holostei) en la Formación Yacoraite (Cretácico Superior) de la Provincia de Salta, Argentina, y su importancia paleobiológica. *Acta Geológica Lilloana*, 11: 151-176.
- Benedetto, J.L., y Sánchez, T. 1972. *Coelodus toncoensis* nov. sp. (Pisces, Holostei, Pycnodontiformes) de la Formación Yacoraite (Cretácico Superior) de la Provincia de Salta. *Ameghiniana*, 14: 59 – 71.
- Bonarelli, G. 1921. Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del norte (provincias de Salta y Jujuy). *Anales del ministerio de Agricultura de la Nación*, 4 (1) 1-94.
- Bonarelli, G. 1927. Fósiles de la Formación Petrolífera. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 30: 55-115.
- Brackebusch, L. 1883. Estudios sobre la Formación Petrolífera de Jujuy. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 5: 1-50.
- Brett, C.E., y Baird, G.C. 1986. Comparative taphonomy: a key to paleoenvironmental interpretation based on fossil preservation. *Palaios*, 1, 27-227.
- Cione, A.L. 1977. Algunas consideraciones sobre Pycnodontiformes (Pisces, Holostei) procedentes de la Formación Yacoraite, Cretácico tardío de la provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 14: 315-316.
- Cione, A.L., y Pereira, S.M. 1985. Los peces de la Formación Yacoraite (Cretácico tardío-Terciario?, Noroeste argentino) como indicadores de Salinidad. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 40: 83-88.
- Cione, A.L., Pereira, S.M., Alonso R., y Arias, J. 1985. Los bagres (Osteichthyes, Siluriformes) de la Formación Yacoraite (Cretácico tardío). Consideraciones biogeográficas y bioestratigráficas. *Ameghiniana*, 21: 294-304.
- Cónsole Gonella, C.A., Griffin, M., y Aceñolaza, F.G. 2009. Gastropods associated with Trace Fossils from Yacoraite Formation (Maastrichtian-Danian), and its Paleoenvironmental Significance, Jujuy, Northwestern Argentina. *Acta Geológica Sinica*, 83 (1): 860-867.
- D'Orbigny, A. 1835. Voyage dans l'Amérique Méridionale (1826-1833). *Paris et Strassburg*, 1835-47.
- Fritzsche, C.H. 1924. Neue Kreidfaunen aus Südamerika. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie*, 313-334.
- Frenguelli, J. 1936. Investigaciones geológicas en la zona salteña del valle de Santa María. *Obra del Cincuentenario del Museo de La Plata*, 2: 215-527.
- Gasparini, Z., y Buffetaut, E. 1980. *Dolichobampsa minima*, n.g.n.sp., a representative of a new family of eusuchian crocodiles from the Late Cretaceous of northern Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 8: 257-271.
- Gayet, M., Marshall, L.G., y Sempere, T. 1991. The Mesozoic and Paleocene Vertebrates of Bolivia and their Stratigraphic Context: A review. En: Suarez Soruco, R. (Ed.) *Fósiles y Facies de Bolivia*. Revista Técnica de YPF, 12 (3-4): 393-433.

- Gayet, M., Marshall, L.G., Sempere, T., Meunier, F. J., Cappetta, H. y Rage, J.C.2001. Middle Maastrichtian vertebrates (fishes, amphibians, dinosaurs and other reptiles, mammals) from Pajcha Pata (Bolivia). Biostratigraphic, palaeoecologic and palaeobiogeographic implications. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 169: 39-68.
- Gayet, M., y Meunier, F.1998. Maastrichtian to early late Paleocene freshwater Osteichthyes of Bolivia: additions and comments. En: Malabarba, L. R., Reis, R., Vari, R., Lucena, Z. y C. Lucena (Eds.), *Phylogeny and classification of Neotropical fishes*, BDIPUCRS, Porto Alegre, 85-11
- Gayet, M., Sempere, T., Cappetta, H., Jaillard, E. y Lévy, A. 1993. La présence de fossiles marines dans le Crétacé terminal des Andes centrales et ses conséquences paléogéographiques. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 102:283-319.
- Gelfo, J., Goin, F., Woodburne, M., y de Muizon, C. 2009. Biochronological relationships of the earliest South American Paleogene mammalian faunas. *Palaeontology*, 52:251-269.
- Grande, L. 1985. Recent and fossil clupeomorph fishes with materials for revision of the subgroups of clupeoids. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 181:231-272.
- Groeber, P., 1952. Mesozoico, Ándico. En: Groeber, P., Stipanovic, P. N., Mingramm, A. R. G. (Eds.): *Geografía de la República Argentina*, 2(1): 349-541. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GEA, Buenos Aires.
- Leanza, A.M. 1969. Sistema de Salta. Su edad, sus peces voladores, su asincronismo con el Horizonte Calcáreo-Dolomítico y con las calizas de Miraflores y la hibridez del Sistema Subandino. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24 (4):393-407.
- Marquillas, R.A.1984. La Formación Yacoraite (Cretácico Superior) en el río Juramento, Salta: Estratigrafía y ciclicidad. *Actas 9º Congreso Geológico Argentino*, 186-196.
- Marquillas, R.A.1985. Estratigrafía, sedimentología y paleoambientes de la Formación Yacoraite (Cretácico superior) en el tramo austral de la cuenca, Norte Argentino: *Tesis doctoral, Universidad Nacional de Salta*, 139pp.
- Marquillas R., Del Papa C., y Sabino, I.F.2005. Sedimentary aspects and paleoenvironmental evolution of a rift basin: Salta Group (Cretaceous-Paleogene), northwestern Argentina. *International Journal of Earth Sciences*, 94:94-113.
- Marquillas, R. A., Del Papa C., Sabino, I.F., y Heredia, J.2003. Prospección del límite K/T en la cuenca del Noroeste, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 2: 271-274.
- Marquillas, R.A., Sabino, I.F., Nóbrega, Sial, A., Del Papa, C., Ferreira, V., and Matthews, S. 2007. Carbon and oxygen isotopes of Maastrichtian-Danian shallow marine carbonates: Yacoraite Formation, northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 23, 304-320
- Marquillas, R.A. y Salfity, J.A. 1994. Las relaciones estratigráficas regionales de la Formación Yacoraite (Cretácico Superior), Norte de la Argentina. *Actas 7º Congreso Geológico Chileno*, 1: 479-483.
- Moreno, J.A. 1970. Estratigrafía y paleogeografía del Cretácico Superior en la cuenca del noroeste argentino, con especial mención de los Subgrupos Balbuena y Santa Bárbara. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 24:9-44.
- Moroni, A. M. 1982. Correlación palinológica en las Formaciones Olmedo y Yacoraite. Cuenca del Noroeste Argentino. *Actas 3º Congreso Geológico Chileno*. 340-349.
- Muizon, C. de.1998. *Mayulestes ferrox*, a borhyaenoid (Metatheria, mammalia) from the early Paleocene of Bolivia. Phylogenetic and paleobiologic implications. *Geodiversitas*, 20: 19-142.
- Muizon, C. de., y Cifelli, R. 2000. The 'condylarths' (archaic Ungulata, Mammalia) from the early Palaeocene of Tiupampa (Bolivia): implications on the origin of the South American ungulates. *Geodiversitas*, 22: 47-150.
- Musacchio, E. A. 1972. Charophytes de la Formación Yacoraite en Tres Cruces y Yavi Chico, Jujuy, Argentina. *Ameghiniana*, 9: 223-237.
- Powell, J. E.1979. Sobre la presencia de dinosaurios y otras evidencias de vertebrados del Cretácico Superior de la región de La Candelaria, Prov. de Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 16: 191-204.
- Sánchez, T.M., y Lorente, M.A. 1977. Paleoambiente del Miembro Quevedo (Formación Navay) en las proximidades de Santa Bárbara. *Actas 5º Congreso Geológico Venezolano* 1: 107-133
- Sánchez-Villagra, M. R., Brinkman, W., y Lozsán, R. 2008. The Palaeozoic and Mesozoic vertebrate record of Venezuela: An overview, summary of previous discoveries and report of a mosasaur from the La Luna Formation (Cretaceous). *Paläontologische Zeitschrift*, 82:113-124.
- Schlagintweit, O.1937. Observaciones Estratigráficas en el Norte Argentino. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 152 : 1-52.
- Schaeffer, B. 1963. Cretaceous fishes from Bolivia, with comments on Pristid evolution. *American Museum of Natural History bulletin*, 2159: 1-20.
- Sial, A.N., Ferreira, V.P., Toselli, A.J., Parada, A.M., Aceñolaza, F.G., Pimentel, M.M., y Alonso, R.N., 2001. Carbon and Oxygen Isotope Compositions of Some Upper Cretaceous-Paleocene Sequences in Argentina and Chile. *International Geology Review* 43: 892-909.
- Signeux, J.1964. *Gasteroclupea branisai*, clupéidé nouveau du Crétacé supérieur de Bolivie. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle du Paris*, 39 (4):290-297.

- Steinmann, G.1906. Die Entstehung der Kupfererzlagerstätte von Corocoro und verwandter Vorkommnisse in Bolivia. - *Festschrift Harry Rosenbusch, E. Schweizerbartsche VLB, Stuttgart, S.* 335-367.
- Steinmann, G., Hoek, H., y Bistram, A. 1904. Zur Geologie des Südostlichen Boliviens. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie, und Paläontologie*, 1-4.
- Turner, J.C.M. 1959. Estratigrafía del cordón de Escaya y de la sierra de Rinconada (Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 13:15-39.

Recibido: 22 de Octubre de 2009
Aceptado: 15 de Diciembre de 2009