

# LA FORMACIÓN TACUAREMBÓ (JURÁSICO TARDÍO- CRETÁCICO TEMPRANO): UNA APROXIMACIÓN TAFONÓMICA.

## THE TACUAREMBÓ FORMATION (LATE JURASSIC-EARLY CRETACEOUS): A TAPHONOMICAL APPROACH

Perea, D.

Facultad de Ciencias, Iguás 4225, 11400 Montevideo-Uruguay; perea@fcien.edu.uy

### Resumen

La Formación Tacuarembó de Uruguay exhibe los únicos fósiles de cuerpo producto de la depositación del antiguo desierto de Botucatu, en la cuenca de Paraná. El arreglo tafonómico de dicha unidad fue analizado en todas sus localidades fosilíferas y se pudo discernir la presencia de 4 modalidades: 1) bancos osarios (bonebeds), 2) niveles de arenisca friable con fragmentos e intraclastos de arcilla, 3) restos articulados y no fragmentados, 4) moldes. Estas modalidades reflejan claramente un sistema depositacional subacuático en diferentes grados de profundidad, energía y distancia al borde costero. Las dos primeras modalidades referidas, asociadas a las granulometrías más groseras y con restos de dinosaurios, representan pulsos de alta energía más vinculados a los márgenes terrestres del sistema.

**Palabras clave:** Tafonomía, Jurásico, Gondwana, dinosaurios, tiburones.

### Abstract

The Tacuarembó Formation of Uruguay exhibits the only body fossils from Botucatu desert, at Parana basin. The taphonomic pattern of this unit was studied in all fossiliferous localities and 4 modes were distinguished: 1) bonebeds, 2) Friable sandstone levels with fragments and clay pellets, 3) articulated and not fragmented remains, 4) molds. These modes clearly reflect a subaqueous system showing different degrees in deepness, energy and distance to the shore border. The two first referred modes which are associated to coarser grain sizes including dinosaur remains, represent high energy flows nearer to the terrestrial margins of the system.

**Key words:** Taphonomy, Jurassic, Gondwana, dinosaurs, sharks.

## INTRODUCCIÓN

En la Cuenca de Paraná, los relictos más meridionales del antiguo desierto de Botucatu afloran al norte de Uruguay. Estos son también los únicos depósitos con fósiles de cuerpo para el mencionado sistema que, en dicho país, se corresponde con la Formación Tacuarembó (*sensu* Bossi, 1966). Hasta el momento no se ha realizado una caracterización de las modalidades tafonómicas (taphonomic modes, *sensu* Beherensmeyer, 1988 y Beherensmeyer & Hook, 1992) que observa la porción inferior fosilífera de esa unidad, el Miembro Batoví (*sensu* Perea et al., 2007), contentiva de una fauna muy particular, cuyos representantes son aproximadamente en un 50% taxa endémicos y del restante 50 % existen varios cronológicamente indicativos del lapso Jurásico Tardío-Cretácico Temprano (Perea et al. 2001; Shen et al. 2004). Exceptuando los recientemente hallados dinosaurios (Perea et al., 2003, Soto y Perea, *en prensa*), todos los fósiles son característicos de ambientes acuáticos y varios de ellos exclusivos de agua dulce. Algunas observaciones tafonómicas preliminares fueron efectuadas por Perea et al. (2001). A partir del citado trabajo, pudieron seguirse registrando más datos en el mismo sentido, con connotaciones paleoautoecológicas y paleoambientales, los cuales se detallarán a continuación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los principales yacimientos fosilíferos de la Formación Tacuarembó se ubican en las cercanías de la ciudad homónima, al sur y sureste, en las cercanías del cerro Batoví y de Valle Edén, y hacia el este en la zona de Cuchilla del Ombú (Figura N° 1). Los fósiles analizados en los diferentes yacimientos se encuentran desde relativamente aislados hasta muy concentrados y pueden estar conformados por partes esqueléticas o vaciados conformados por dichas partes. Se efectuó un análisis prospectivo pormenorizado a nivel de superficie, efectuando desmontes en planta, en la vertical y en bloques para poder observar la biofábrica. Complementariamente se realizaron esquemas, registro fotográfico y colecta de muestras para análisis en el laboratorio. En algunos casos éstas últimas fueron disgregadas y concentradas utilizando técnicas de tamizado en agua, para evaluar las distribuciones taxonómicas relativas y para efectuar observaciones más detalladas sobre el grado de fragmentación y abrasión de las piezas. En otros casos se realizaron calcos en latex y resinas poliéster de los fósiles compuestos por moldes o vaciados, para analizar con mayor precisión su estructura y orientación. Las muestras y ejemplares estudiados se hallan depositados en las colecciones de la Facultad de Ciencias (FC-DPV y FC-DPI), de la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), Montevideo; del Museo de Geociencias (MGCT) y Museo del Indio (MIT), de la ciudad de Tacuarembó.

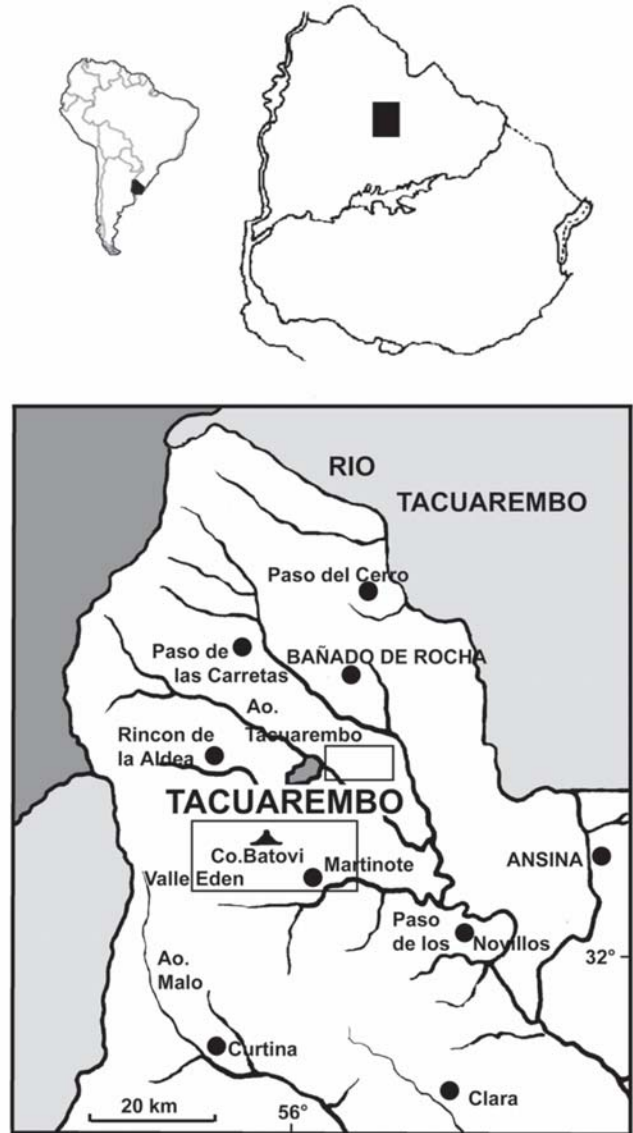


FIGURA N° 1- Mapa mostrando recuadradas las principales localidades fosilíferas de la Formación Tacuarembó.

FIGURE N° 1- Map showing squared the main fossiliferous localities of Tacuarembó Formation.

## RESULTADOS

Cuatro modalidades tafonómicas pueden ser distinguidas entre la totalidad de las asociaciones fosilíferas de la Formación Tacuarembó. No es posible evaluar el predominio de alguna de ellas en la unidad.

### 1) Bancos osarios (bonebeds)

El primer banco osario fue hallado en 1999 en los alrededores del cerro Batoví, muy cerca del poblado de Martinote, también llamado Sauce de Batoví (Figura N° 1). Posteriormente se identificó otro más en la misma localidad. Diversas muestras recogidas en pozos dentro y en los alrededores de la ciudad de Tacuarembó observan la misma biofábrica que exhiben los referidos bancos osarios. Estos consisten en niveles delgados (de no más de 5 cm de espesor) que se extienden varios metros en la distribución horizontal de los afloramientos. Están formados por restos desarticulados aunque poco

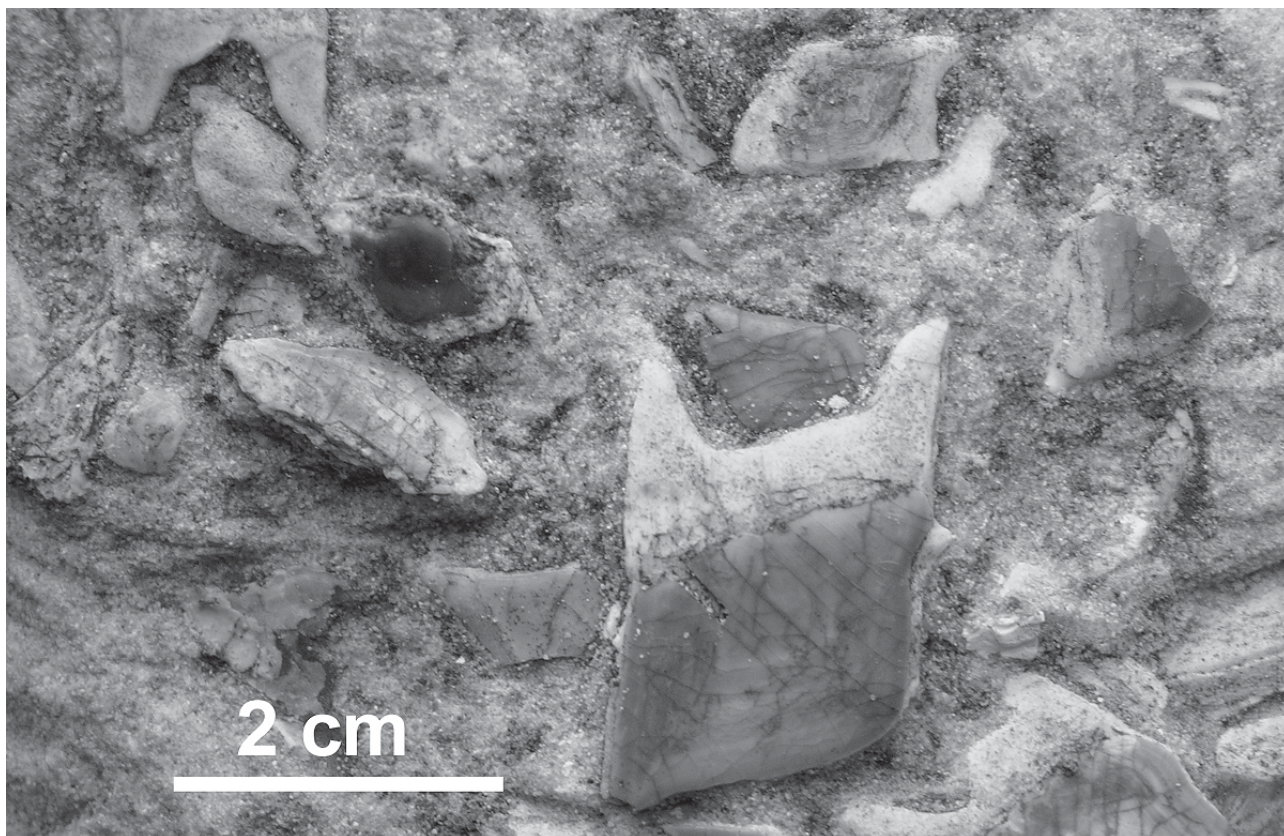


FIGURA N° 2 - Detalle de un banco osario de la Formación Tacuarembó.  
FIGURE N° 2 - Detail of a bonebed from Tacuarembó Formation.

desgastados, entre los cuales un 25% aproximadamente estaban fragmentados antes de la depositación (Figura N° 2). Los fósiles predominantes en los bancos osarios son escamas ganoides y secundariamente dientes aislados de tamaño milimétrico a centimétrico de peces (tiburones, holósteos, peces pulmonados) y tetrápodos (crocodiliformes y dinosaurios terópodos). Espinas y huesos de diferentes dimensiones, algunos pocos de orden decimétrico, completan la muestra de este modo tafonómico cuyos porcentajes relativos primarios se expresan en la Tabla I. La concentración ósea muestra un patrón claramente desarticulado y caótico en donde puede verse alguna imbricación de la escamas. Los bancos osarios están siempre asociados a las litologías más groseras de la Formación Tacuarembó (arenas medias con grava dispersa) y preservan la mayor diversidad de vertebrados de dicha unidad. Es importante destacar que los dientes de terópodos en su mayoría se encuentran seccionados a nivel del cuello, habiendo muy pocos que conservan la raíz.

En otros casos se encuentran grandes concentraciones de impresiones de pequeñas piezas óseas (escamas y dientes), particularmente sobre el límite más meridional de la distribución de fósiles de la Formación Tacuarembó, cercano a la intersección del arroyo Batoví y la ruta 59, área del cerro Batoví (Figura N° 1). Esta sub-modalidad tafonómica se interpreta como bancos osarios reabsorbidos químicamente. A pesar de estar configurados por

moldes debido a procesos diagenéticos, se ubican dentro de esta clasificación tafonómica por su origen bioestratinómico.

Muestras tafonómicas y especímenes provenientes de bancos osarios se encuentran depositados en la Facultad de Ciencias (FC-DPV - lote 586, lote 629; 1378 a 1405; 1603 a 1624; 1657 a 1660; lote -1661; lote-1662; lote-1663; 1687 a 1691; 1700 a 1708; 1713 a 1716; lote-1718; lote 1719; 1721 a 1725; 1727 a 1729; 1924 a 1949; 1951 y 1952; 1954 a 1956; 1960 a 1962; 1971 a 1976; 1977 a 1996; 2004 a 2018; y MGCT/SN).

## 2) Niveles de arena frías con fragmentos e intraclastos de arcilla

A nivel de las barrancas sobre ruta 26 en la zona de valle Edén (Figura N° 1) están intercalados depósitos lenticulares de arenas medias frías. En éstos se hallan fósiles aislados fragmentarios e intraclastos de arcilla groseramente esféricos, mezclados sin ningún tipo de orientación ni selección (Figura N° 3). Los restos orgánicos de estos niveles son escasos, compuestos por fragmentos óseos indeterminados y dientes de dinosaurios terópodos y crocodiliformes. Muestras tafonómicas y especímenes de esta modalidad se encuentran depositados en la Facultad de Ciencias (FC-DPV- S/ N).

## 3) Restos articulados y no fragmentados

Incluidas en arenas tenaces de grano medio



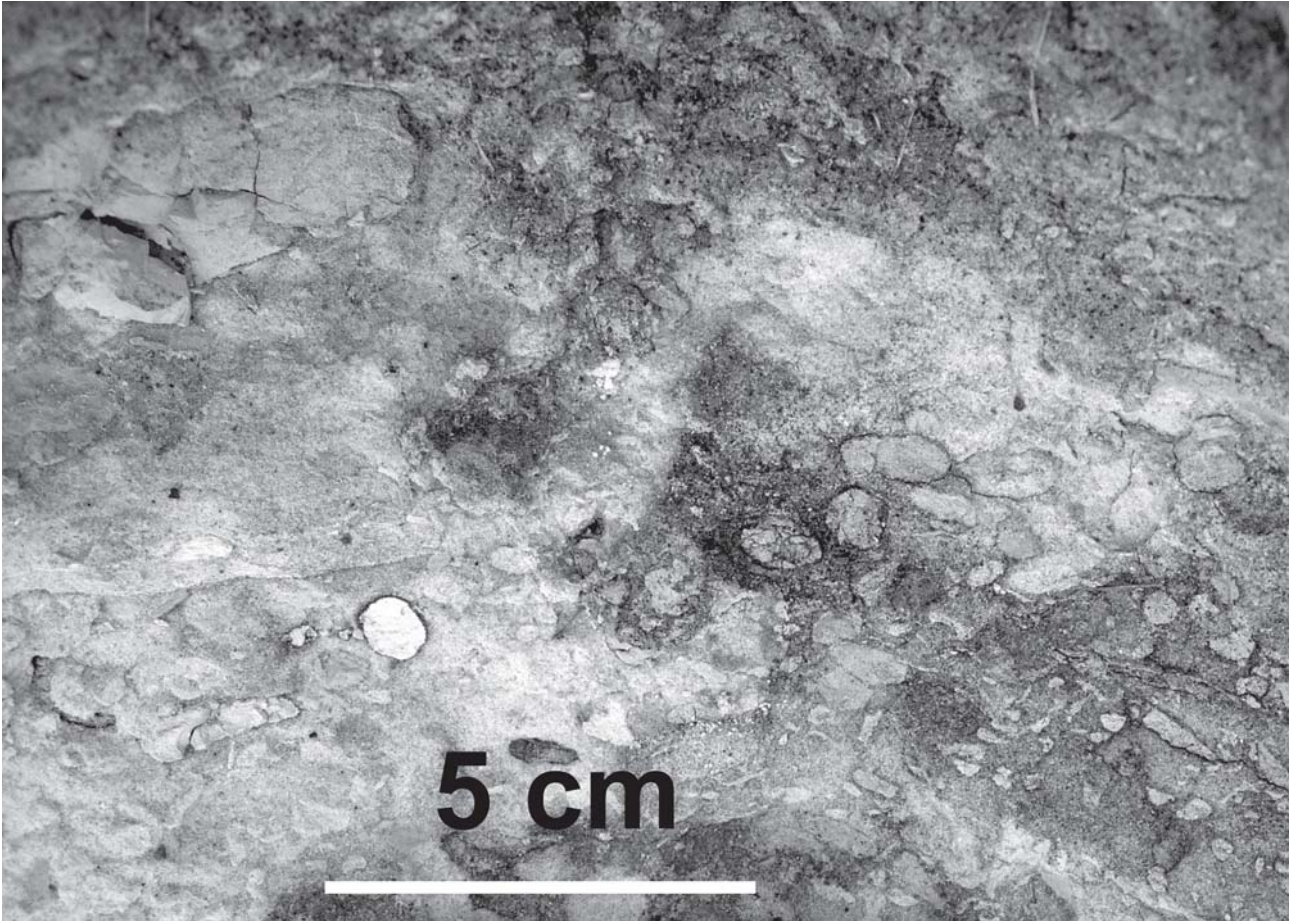


FIGURA N° 3- Detalle de los niveles con intraclastos de arcilla y fragmentos de fósiles.  
FIGURE N° 3- Detail of the levels with clay pellets and fossil fragments.

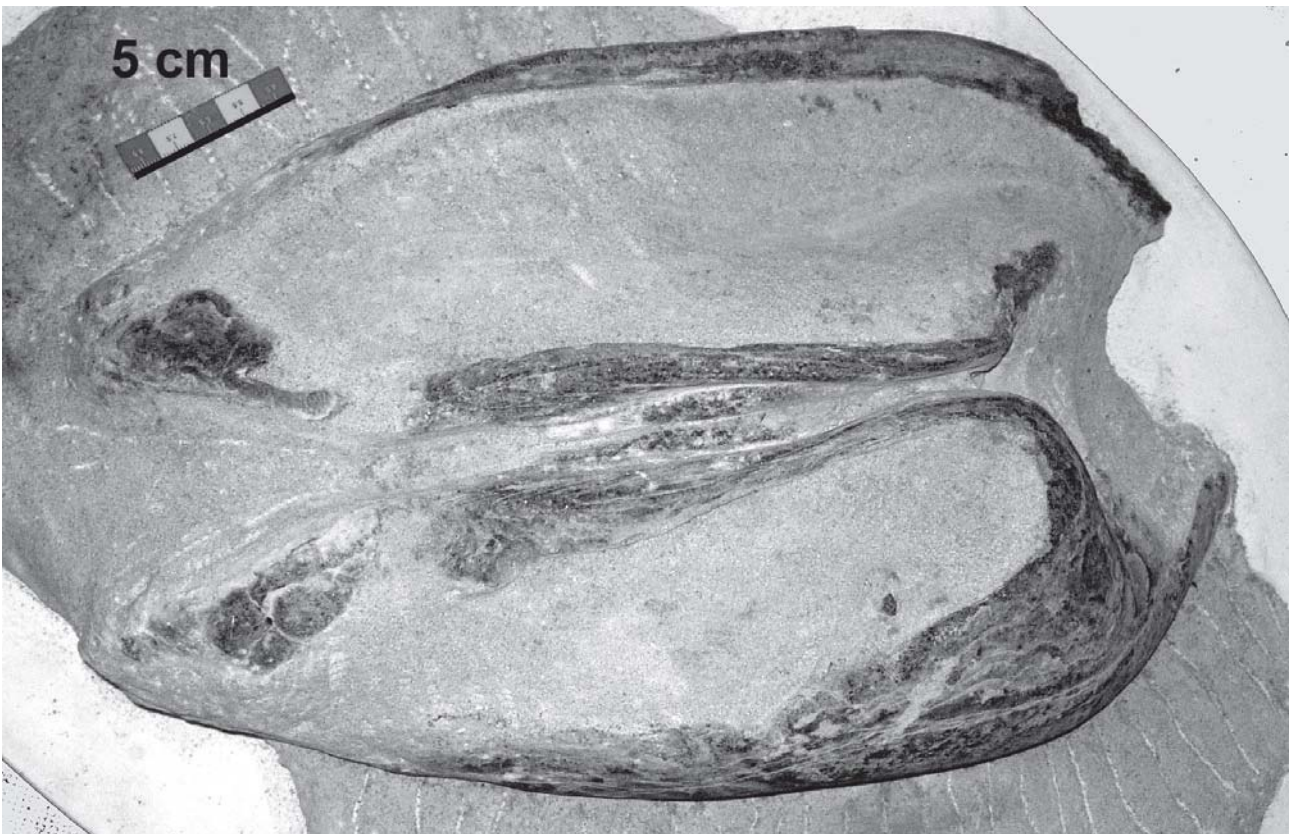


FIGURA N° 4- Ejemplar de *Tacuaremba caorsii* (MGCT-456) mostrando las dos valvas articuladas.  
FIGURE N° 4- Exemplar of *Tacuaremba caorsii* (MGCT-456) showing the two valves articulated.



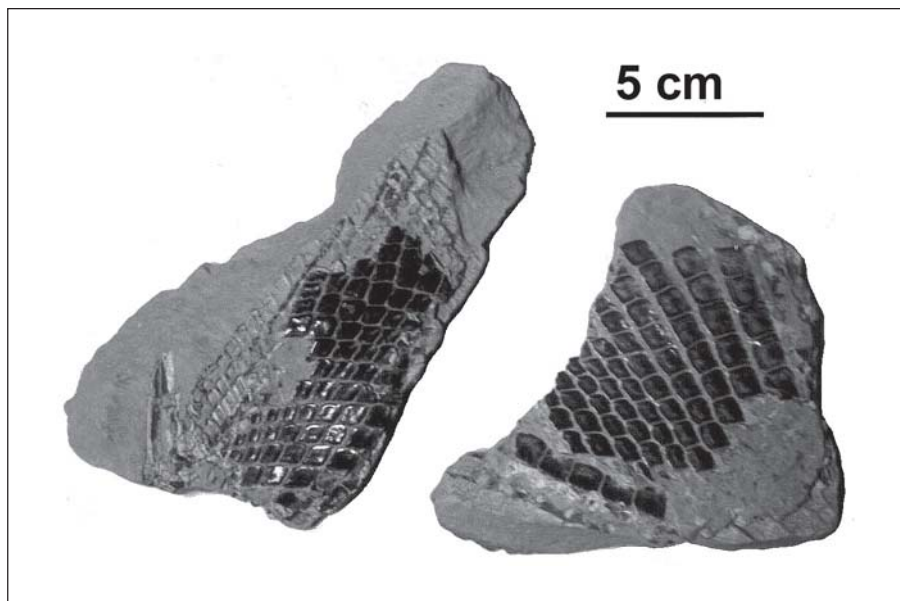


FIGURA N° 5- Porciones del cuerpo de peces ganoides (MIT-21) con escamas articuladas  
FIGURE N° 5- Body portions of ganoid fishes (MIT-21) with articulate scales.



FIGURA N° 6- Asociación de moldes de moluscos de la Formación Tacuarembó. Diámetro de la moneda: 3cm.  
FIGURE N° 6- Mollusk molds association from Tacuarembó Formation. Diameter of the coin: 3 cm.

a fino, aflorantes en la parte más meridional de la distribución de los depósitos fosilíferos de la Formación Tacuarembó, en la misma localidad donde la enorme almeja *Tacuarembóia caorsi* fuera hallada por primera vez (Martinez et al, 1993), sobre ruta 59,

km 17, en el área de cerro Batoví (Figura N° 1), se encuentran las valvas de dicho molusco articuladas, aunque no en posición de vida (MGCT-456, Figura N° 4). Asociados a éstos se han hallado algunas piezas esqueléticas aisladas, pero no fragmentadas, de la

coraza de tortugas (FC-DPV-1717, 2153 y S/N).

En areniscas similares provenientes de la 9na. Sección Batoví en la misma área (Figura N° 1) se han hallado escamas articuladas de diferentes partes del cuerpo de peces ganoides (MIT-21, Figura N° 5).

#### 4) Moldes

Cerca de la ciudad de Tacuarembó, en Paso Santander, área del cerro Batoví (Figura N° 1), Walther (1933) reportó el primer registro fósil para la Formación Tacuarembó. El material consiste en una impresión del cuerpo, carente de cráneo, de un pez ganoide, probablemente un Semionotiforme, depositado en la colección paleontológica de la DINAMIGE. Moldes internos de moluscos (bivalvos y gastrópodos), concostráceos y ostrácodos (FC-DPI-lote 4682) son relativamente comunes en ésta área y suelen formar concentraciones en niveles delgados de no más de 5 cm de espesor. Algunas de esas asociaciones de moldes, incluyendo las de gastrópodos, se observan en las mismas columnas estratigráficas que los bancos osarios, pero en niveles superiores de granulometrías más finas. Concentraciones de este tipo, incluidas en areniscas medias a finas con la presencia de moldes internos de bivalvos del género *Diplodon* también se observan en el área de Cuchilla del Ombú (Figura N° 1), cercanos a ruta 26, al este de la ciudad de Tacuarembó (Martínez y Figueiras, 1991). Algunas de estas asociaciones de vaciados de bivalvos y gastrópodos (Figura N° 6) pueden contener también algunos fragmentos óseos.

En todos los casos referidos la disposición de los moldes refleja un sepultamiento predominantemente desarticulado y caótico de las piezas originales.

#### CONCLUSIONES

La tafonomía de la Formación Tacuarembó responde a diferentes fases de sepultamientos parautóctonos a alóctonos en un sistema subacuático, con diferente grado de transporte de las asociaciones estudiadas. Las dos primeras modalidades referidas *ut supra* (bancos osarios y niveles con fragmentos e

intraclastos) probablemente representen ambientes de mayor energía y más cercanos al borde de cuerpos de agua que los últimos (restos articulados y no fragmentados y moldes). La presencia de fauna terrestre (dinosaurios terópodos) en ambas primeras modalidades (1 y 2) es indicativa de la inferida proximidad a la costa, más aún, el hecho de hallarse en su mayoría como dientes aislados, seccionados a nivel del cuello, implica su caída en vida, muy probablemente durante la alimentación. Quizás son una evidencia de que esos reptiles terrestres capturaron presas acuáticas (peces, pequeños cocodrilos, tortugas), un recurso alimentario importante en un ambiente desértico en que las condiciones de subsistencia en tierra firme suelen estar muy pauperizadas.

Estas conclusiones están soportadas en parte por datos sedimentológicos: los depósitos consisten en arenas de grano medio con grava dispersa asociadas a los bancos osarios (tanto de concentraciones de esqueletos como de moldes de éstos), y arenas medias forman la matriz de los niveles lenticulares con fragmentos e intraclastos de arcilla. Por otro lado, areniscas más finas predominan como soporte de las piezas articuladas y no fragmentadas y de los moldes de moluscos y peces. Los moldes de vertebrados son menos comunes en la Formación Tacuarembó que los de invertebrados, con la excepción de los bancos osarios reabsorbidos referidos para la primera modalidad.

#### AGRADECIMIENTOS

A Gerardo Veroslavsky, Martín Ubilla, Matías Soto, Sergio Martínez, César Goso, Jorge Da Silva y Héctor de Santa Ana, por sus valiosas opiniones y permanente disposición a la discusión. A Eduardo P. Tonni por sus importantes comentarios, enriquecedores del manuscrito original. A Mariano Verde, Alejandra Rojas, Nora Lorenzo, Valeria Mesa, Pablo Toriño, Andrea Corona, Andrés Rinderknecht, Gustavo Lecuona y Lucía Samaniego, por su desinteresada colaboración en tareas de campo y gabinete. Trabajo parcialmente financiado por DINACYT, FCE-10095 y la Jurassic Foundation.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEHERENSMEYER, A.K. 1988. Vertebrate preservation in fluvial channels, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **63**:183–199.
- & HOOK, R.W. Paleoenvironmental contexts and taphonomic modes. In: A.K. BEHERENSMEYER, J.D. DAMUTH, W.A. DIMICHELE, R. POTTS, H.D. SUES AND S.L. WING (Eds.), *Terrestrial ecosystems through time: evolutionary paleoecology of terrestrial plants and animals*, University of Chicago Press, Chicago, 1992. 15–136.
- BOSSI, J. *Geología del Uruguay*. Ed. Montevideo: Departamento de Publicaciones, Universidad de la República, 1966. 469 p.
- MARTÍNEZ, S & FIGUEIRAS, A. 1991. **Two new species of Mesozoic Diplodon (Bivalvia: Hyriidae: Hyriinae) from Uruguay. *Walkerana* 5: 217-223.**
- FIGUEIRAS, A. & DA SILVA, J. S. 1993. **A new Unionoid (Mollusca, Bivalvia) from the Tacuarembó Formation (Upper Triassic - Upper Jurassic), Uruguay. *Journal of Paleontology* 67: 962-965.**
- PEREA, D., UBILLA M., ROJAS, A. & GOSO, C. 2001. The west Gondwanan occurrence of the hybodontid shark *Priohybodus* and the Late Jurassic – Early Cretaceous age of Tacuarembó Formation Uruguay. *Palaeontology* 44: 1227-1235.
- UBILLA, M. & ROJAS, A. 2003. **The first report of theropods from the Tacuarembó Formation (Late Jurassic-Early Cretaceous), Uruguay. *Alcheringa*, 27 (1-2): 79-83.**
- SOTO, M., VEROSLAVSKY, G., MARTÍNEZ, S. & UBILLA, M. A Juro-Cretaceous fauna in Gondwanaland: biostratigraphy and correlations of Tacuarembó Formation, Uruguay. IV CONGRESO URUGUAYO DE GEOLOGÍA, 2007, Montevideo, CDROM.
- SHEN, Y. B., GALLEGO, O. F. & MARTÍNEZ, S. 2004. The conchostracan subgenus *Orthestheria (Migransia)* from the Tacuarembó Formation (Late Jurassic-?Early Cretaceous, Uruguay) with notes on its geological age. *Journal of South American Earth Sciences* 16, 631-638.
- SOTO, M., PEREA, D. (en prensa). A ceratosaurid (Dinosauria, Theropoda) from the Late Jurassic-Early Cretaceous of Uruguay. *Journal of Vertebrate Paleontology*.
- WALTHER, K. 1933. Restos de un pez ganoide de gran tamaño, proveniente del Neogondwana uruguayo. *Instituto de Geología & Perforaciones, Boletín* 19: 65-72.