

TRABJO 26

LA DEPOSITACION DE LAS ARENISCAS VERDES (FORMACION BAJO BARREAL - CRETACICO TARDIO) Y SUS IMPLICANCIAS TAFONOMICAS

Jorge F. R. Rodríguez*

* Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Naturales,
Univ. Nac. de la Patagonia "San Juan Bosco". Km 4
9005 Comodoro Rivadavia - Chubut

ESTANCIA OCHO HERMANOS
UBICACION

ABSTRACT. A conspicuous psammitic section within the upper part of the Lower Member of the Bajo Barreal Formation is known as the "Areniscas verdes" (Green sandstones). In this study the sedimentological and taphonomic characteristics observed at Estancia Ocho Hermanos are considered. From a sedimentological point of view, they are tabular bodies, commonly multihistorical, with planar bases, generally with parallel stratification. Most of the fossils are found in the upper 25 m. of the Lower Member, associated with the "Areniscas verdes".

The most noticeable descriptive features related to the conservation of the remains are: 1- Isolated materials of greatly differing sizes predominate; 2- Presence of some well preserved articulated remains; 3- The majority of the remains are suspended in the sandstones and not at the lithological interphases; and 4- Isolated and well preserved remains. The group of evidences allow for the postulation of a system of ephemeral streams, of high regime, sheetlike and violent; alternate with long periods of little sedimentation during which paleosols developed. It is suggested that the remains are associated with the "Areniscas verdes" due to their genesis, that allowed a rapid burial of the remains. The lower and middle part of the Lower Member, and the Upper Member have scarce remains, probably due to a slow sedimentation rate and to the development of paleosols.

The heterogeneities in the preservation modes could be explained essentially because the flows could take the remains from overbank environments, generally without producing great changes in their preservation state. It is suggested that the ephemeral currents generate their own taphonomic mode. It is interpreted that the articulated sauropod (UNPSJBPV920) was rapidly covered by sediments, probably without transport.

INTRODUCCION Y MARCO GEOLOGICO

Las áreas serranas del centro-sur de la provincia del Chubut estan compuestas principalmente por una sucesión de unidades cretácicas, depositadas en ambientes continentales, con participación piroclástica importante, que forman parte del relleno de la Cuenca del Golfo San Jorge.

El siguiente trabajo está basado en evidencias sedimentológicas y paleontológicas de la Formación Bajo Barreal.

La F. Bajo Barreal, incluida en el Grupo Chubut, suprayace a la F. Castillo e infrayace y engrana lateralmente con la F. Laguna Palacios. En ella se reconocen dos miembros (Sciutto, 1981). Hechem *et al.* (1989, 1990) subdividen a la F. Bajo Barreal en tres secuencias deposicionales denominadas de

abajo hacia arriba KBB1, KBB2 (equivalentes al Miembro Inferior) y KBP (Miembro Superior + F. Laguna Palacios).

Desde las primeras exploraciones de las serranías se reconoció la existencia de restos fósiles de vertebrados, principalmente de dinosaurios. En este trabajo se confrontan y relacionan las evidencias sedimentológicas y tafonómicas, con el fin de obtener una interpretación paleoambiental más completa y precisa. Recientes trabajos evidencian esta tendencia consistente en integrar los datos sedimentológicos y tafonómicos, en la interpretación de sistemas fluviales (Dodson, 1971; Miall, 1983; Koster, 1987; Behrensmeier, 1988). Se sugieren hipótesis para explicar la distribución de los restos fósiles en la columna.

El estudio está centrado en los afloramientos de Ea. Ocho Hermanos, de donde proceden importantes restos de vertebrados cretácicos. La mayoría de los materiales citados en esta publicación proceden de los trabajos efectuados por personal de la Universidad Nacional de la Patagonia "S.J.B." a lo largo de varias campañas, que se extendieron desde fines del año 1984 hasta 1992. El autor ha participado en dichas campañas de búsqueda y extracción de restos fósiles, realizando a su vez observaciones sedimentológicas y un análisis litofacial de la unidad considerada (Rodríguez, 1992).

UBICACION GEOGRAFICA

La zona de trabajo está ubicada en el centro-sur de la provincia del Chubut, unos 50 km al noroeste de la localidad de Sarmiento, al sudoeste del Bajo Guadaloso (Fig. 1 A). Se trata de un área pequeña con muy buenos afloramientos, a unos pocos km al norte del casco de la Ea. Ocho Hermanos.

CARACTERISTICAS PALEOAMBIENTALES

La F. Bajo Barreal ha sido estudiada por varios autores, en su mayoría con fines petroleros y para la empresa YPF. De esta manera, se dispone de un cúmulo importante de informaciones.

Hechem *et al.* (1989, 1990) consideran que el Miembro Inferior está constituido por depósitos generados por corrien-

tes efímeras y barreales, ríos entrelazados proximales y procesos vulcanoclásticos; y para el Miembro Superior por depósitos de corrientes efímeras y barreales.

En la zona de Ea. Ocho Hermanos, Rodríguez (1992) interpreta que la parte baja del Miembro Inferior representa la sedimentación de corrientes efímeras inconfiadas y canalizadas intercaladas con sedimentos finos de barreales, con desarrollo de paleosuelos en épocas de escasa sedimentación y formación de lagunas someras en épocas de crecientes.

Hacia arriba paulatinamente se observa como las areniscas comienzan a predominar sobre los sedimentos finos (Fig. 1 B), para culminar el Miembro Inferior con cuerpos areniscosos multihistóricos ("areniscas verdes") interpretándose como la progradación de facies proximales.

El Miembro Superior está constituido principalmente por depósitos finos de barreal, además de areniscas generadas por corrientes efímeras, y se interpreta que se inicia con una superficie de inundación.

El material piroclástico es abundante, especialmente en el Miembro Inferior, habiendo contribuido a la agradación del sistema.

DESCRIPCION DE LAS ARENISCAS

Se conoce informalmente con el nombre de "areniscas verdes", a una sección areniscosa conspicua, desarrollada en la parte alta del Miembro Inferior (Fig. 1 B) de la F. Bajo Barreal. Dichas areniscas presentan gran extensión areal y han sido observadas en muchos de los perfiles de la Sierra de San Bernardo. En Ocho Hermanos estas areniscas se asocian a tobas bioturbadas y fangolitas tobáceas. Las tobas bioturbadas presentan normalmente escasa extensión, debido a la erosión producida por las corrientes que depositaron las arenas.

Las areniscas verdes se caracterizan desde el punto de vista sedimentológico por lo siguiente (Fig. 2):

- Color verde, granulometría de fina a gruesa, en sectores conglomerádica, y abundante participación piroclástica.
- La estructura más común es la estratificación paralela fina, mientras que algunos bancos se observan masivos. En ciertos casos presentan entrecruzamiento planar y artesas de bajo ángulo. Algunos bancos muestran estructuras deformacionales.
- Presencia de fragmentos de tobas bioturbadas (paleosuelos), de hasta 20 cm y con escaso retrabajo, "suspendidos" en las areniscas.
- Forman cuerpos de alta relación ancho/profundidad (tabulares).
- Cuerpos multihistóricos con relictos de paleosuelos intercalados.

La base de los cuerpos es plana o casi plana, a veces con un delgado espesor de conglomerado fino.

DESCRIPCION DE LOS MODOS DE PRESERVACION

La F. Bajo Barreal es la unidad cretácica que más restos de vertebrados ha brindado dentro de la cuenca del Golfo San

Jorge. Una de sus localidades importantes, probablemente la más importante, es la zona de Ea. Ocho Hermanos. De esta localidad procede una interesante fauna de vertebrados cretácicos aún poco estudiada.

Normalmente es complejo definir e interpretar las características tafonómicas de una unidad, esencialmente debido a la abundancia e interrelación de variables que pueden actuar entre la muerte y el entierro de un vertebrado.

Si bien en el caso de la unidad en estudio, la abundancia documentada tanto de restos como de taxa no es grande, se considera que la información acerca de los modos de preservación de los restos fósiles permite construir, junto a los datos sedimentológicos, un cuadro interpretativo coherente.

En la zona de Ocho Hermanos los afloramientos son muy buenos, por lo que se puede estudiar la columna casi sin interrupción. La extensión lateral de las exposiciones facilita tanto la investigación sedimentológica, como la prospección paleontológica. El perfil vertical tiene aproximadamente 245 m, de los cuales 142 corresponden al Miembro Inferior. La gran mayoría de los huesos fósiles han sido hallados en los últimos 25 m (Fig. 1 B) del Miembro Inferior, dentro de las "areniscas verdes" (el autor ha podido observar que esta situación parece repetirse en los varios perfiles aflorantes al norte y este del Cañadón de la Horquetas, unos 40 km al noreste de la localidad estudiada). Se observa que los restos son escasos y aislados en la parte baja y media del Miembro Inferior, y en el Miembro Superior, mientras que en la parte alta del Miembro Inferior son abundantes.

Con respecto a la preservación de los restos fósiles se puede decir lo siguiente:

- Las "areniscas verdes" son las que conservan la gran mayoría de los restos fósiles hallados.
- Los hallazgos más comunes son los restos aislados, correspondiendo a huesos de muy distintos tamaños. Los huesos más grandes son fémures, húmeros y vértebras de saurópodos, los más pequeños dientes (de dinosaurios y cocodrilos) falanges o fragmentos. No se han observado concentraciones de tipo lag. En general los restos, si bien abundantes en estas areniscas, no parecen formar concentraciones importantes. A pesar de ser restos aislados, muchas veces su estado de conservación es muy bueno, preservando estructuras delicadas e indicando poca abrasión.
- Los materiales articulados corresponden a tres hallazgos. En un caso se trata de un miembro inferior derecho (sin el pie) de un dinosaurio carnívoro (*Xenotarsosaurus bonapartei*, Martínez *et al.*, 1986) que apareció "suspendido" en las areniscas.

Un segundo hallazgo corresponde a un dinosaurio saurópodo de porte medio descrito como *Epachthosaurus sciuttoi* (Powell, 1990) y que incluye varias vértebras dorsales articuladas a parte del sacro, además de algunos restos desarticulados en las cercanías (este material fue hallado en una campaña dirigida por el Dr. Jose F. Bonaparte, del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"). En este caso los huesos están en una arenisca muy dura, debido a la cementación calcárea.

Un tercer hallazgo corresponde a un esqueleto excepcional-

mente conservado, tanto por el grado de articulación, como por su posición.

Se trata del esqueleto articulado de un saurópodo de talla media al que le faltan algunas vértebras dorsales anteriores, el cuello, la cabeza y la parte distal de la cola. Este material, que no ha sido aún estudiado en detalle (una comunicación preliminar puede encontrarse en Martínez et al., 1990), está depositado en la Universidad Nacional de la Patagonia "S.J.B." bajo el número de repositorio UNPSJB PV 920. Si bien no se puede saber con certeza, es probable que el cuello y la cabeza se hallan conservados, pero hayan sido erosionados en épocas recientes, dado que la superficie actual de erosión afectaba parte de las dorsales y cintura escapular. El esqueleto se hallaba apoyado sobre su vientre (posición decúbito prono), con los brazos extendidos, ambas piernas flexionadas bajo el cuerpo y la cola extendida hacia atrás y curvada hacia la derecha (Fig. 3 A). El espesor del cuerpo en la posición conservada alcanza aproximadamente 1 m (Fig. 3 B) desde su límite ventral hasta su límite dorsal, y se debe tener en cuenta el efecto de la compactación.

- Un hecho notable es que la gran mayoría de los restos se conservaron suspendidos en las arenas (Fig. 2), y no en la base de los cuerpos o interfases litológicas.

- De las "areniscas verdes" proceden abundantes dientes de dinosaurios (carnívoros y herbívoros) y algunos de cocodrilos. Muchos de los dientes de los carnívoros muestran las serraciones laterales muy bien conservadas. En algunos dientes se observan facetas de desgaste.

Todas estas características sugieren escaso retrabajo de estos materiales (Rigby, 1987).

INTERPRETACION

Para las "areniscas verdes", desde el punto de vista sedimentológico, la existencia de cuerpos tabulares de base plana, rellenos con areniscas con estratificación paralela o masivas es indicativa de corrientes inconfiadas de alto régimen. La presencia de espesores importantes de areniscas con estructuras deformacionales indica la sedimentación de grandes cantidades de arena en lapsos cortos. La ausencia de lag y la presencia de grandes fragmentos de paleosuelos indican escaso retrabajo de los materiales transportados. Todo esto permite interpretar la existencia de corrientes de alto régimen con abundante carga, efímeras y de carácter violento, que se desplazaban en mantos (sheet floods). Estos depósitos han sido atribuidos a sistemas efímeros (Hechem et al., 1989; Rodríguez, 1992), comparables a los descritos por McKee et al. (1967), y Tunbridge (1981, 1984).

Su génesis puede estar vinculada a crecientes relacionadas con las lluvias, si bien la actividad volcánica debe haber influenciado en gran medida la sedimentación. Las "areniscas verdes" presentan semejanzas con algunas de las facies descritas por Smith (1987), para un sistema fuertemente influenciado por el aporte volcánico.

Las "areniscas verdes" incluyen fragmentos de paleosuelos. Se interpreta que entre los sucesivos eventos que depositaban

las arenas, pueden haber mediado lapsos importantes, en los cuales el material acumulado (con aporte piroclástico) era edafizado. La creciente siguiente erosionaba dichos paleosuelos, incorporando sus fragmentos. Además se asocian areniscas lenticulares interpretadas como corrientes efímeras canalizadas, y fangolitas tobáceas.

La heterogeneidad en el tamaño de los restos conservados, así como la predominancia de restos suspendidos y ausencia de depósitos tipo lag, indican gran capacidad de transporte, pero escasa selección del material transportado, sugiriendo mayor densidad que las corrientes fluidas normales.

La existencia de restos articulados y materiales aislados muy bien conservados (vértebras, dientes) indican escaso retrabajo por las corrientes, lo que puede interpretarse como rápida sedimentación.

El esqueleto articulado (UNPSJB PV 920) indica por su posición que probablemente se conservó donde murió. Voorhies (1981) documenta posiciones semejantes en esqueletos de rinocerontes (Teleoceras) del Mioceno de Nebraska, que murieron in situ por la caída de cenizas volcánicas. Dodson (1971) describe las disposiciones de esqueletos que probablemente flotaron, y son distintas a las del esqueleto considerado. Finalmente, el excelente grado de articulación sólo se explica con un enterramiento rápido (Dodson, 1971; Koster, 1987). En síntesis, este hallazgo sugiere la sedimentación de un importante espesor de sedimentos en un breve lapso, poco después de la muerte del animal.

Como vemos, tanto las evidencias sedimentológicas como las referidas a la conservación de los restos fósiles, sugieren interpretaciones semejantes para la génesis de las areniscas verdes.

El ambiente propuesto implica que la mayoría de las carcasas estuvieron expuestas lapsos importantes, facilitando la desarticulación y destrucción de los restos. Esto es coherente con la predominancia de restos aislados en las "areniscas verdes".

Probablemente, en épocas de crecientes, los materiales eran obtenidos por las corrientes efímeras desde ambientes de *overbank* o cauces secos, por lo que el estado de preservación de los restos es más un reflejo de su historia previa que de los procesos de enterramiento en sí. Esta interpretación permite explicar la heterogeneidad en modos de preservación en arenas semejantes relacionadas lateral o verticalmente. En el momento de la creciente los restos eran incorporados y sedimentados con las arenas, pudiéndose conservar materiales articulados de animales muertos poco tiempo antes. Se considera que es precisamente la existencia de corrientes efímeras depositando importantes espesores arenosos, la principal causa de conservación de restos en las areniscas verdes debido a que el enterramiento fue rápido. Los restos tienen mayor chance de escapar de la destrucción en ambiente de *overbank*, cuando son cubiertos por un espesor de sedimentos mayor que el perfil del suelo (Behrensmeier, 1975).

Actualmente se considera que los depósitos generados por las corrientes son los que tienen más posibilidades de preservar restos (Koster, 1987).

En la F. Hell Creek se ha interpretado la existencia de sistemas fluviales altamente dependientes de las lluvias, y como en Ocho Hermanos, los fósiles están principalmente asociados a los depósitos generados por las corrientes, y no a los finos de *overbank* (Rigby, 1987).

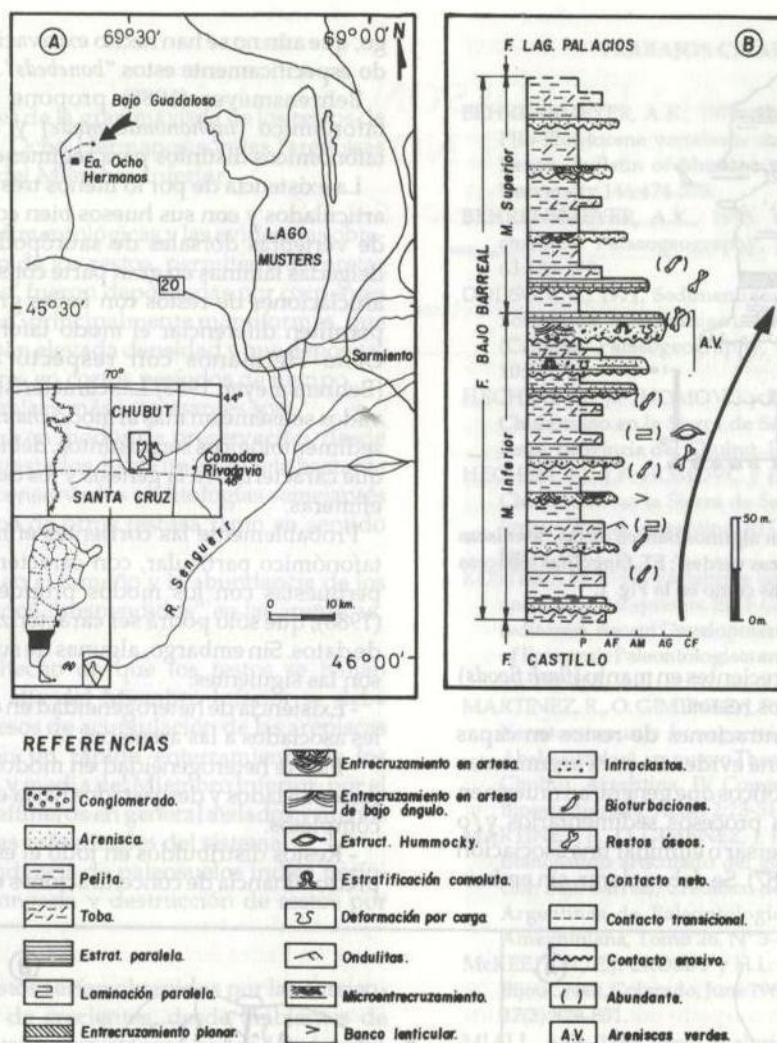


Figura 1: A- Mapa de ubicación. B- Columna estratigráfica generalizada de la Formación Bajo Barreal en Estancia Ocho Hermanos (La flecha representa el ciclo granocreciente mayor que abarca al Miembro Inferior y culmina con las "areniscas verdes").

Las partes baja y media del Miembro Inferior presentan, por el contrario gran escasez de restos conservados. Parece seguro que existieron organismos en el área, ya que se encuentran restos esporádicos y aislados en la columna. Muchas causas pueden concurrir a explicar esto. Los depósitos areniscosos son menos abundantes, y de menor espesor, representando comúnmente cuerpos aislados. Además la existencia de abundantes paleosuelos es un factor que dificulta la conservación de restos, ya que por un lado no hay enterramiento rápido, y por el otro, la pedogénesis destruiría los pocos restos conservados (Behrensmeyer, 1975, Koster, 1987). Un modelo sencillo propuesto por Behrensmeyer (1988) considera la relación entre tasa de acumulación sedimentaria y cantidad y calidad de huesos preservados.

Si la sedimentación es demasiado lenta acumulaciones de restos tienen poca posibilidad de conservarse, dado que los mismos serán desintegrados (por la suma de actividad biológica y meteorización) antes de que puedan ser enterrados. Si

algunos restos consiguieran alcanzar el enterramiento, serían destruidos por la pedogénesis, debido a la escasa sedimentación. Si la sedimentación es demasiado rápida el tiempo será insuficiente para que los huesos se acumulen.

La abundancia de paleosuelos y sedimentos finos para la parte media y baja del Miembro Inferior hacen pensar en que la causa fue la sedimentación demasiado lenta. Aún con menor participación de paleosuelos, el Miembro Superior parece responder a lo mismo.

Otras explicaciones pueden encontrarse en condiciones paleoecológicas adversas, por ejemplo mayor actividad volcánica, como podría indicar la mayor participación de bancos tobáceos.

Así, aún constituyendo las zonas cercanas a Ocho Hermanos un sector de sedimentación proximal (para la F. Bajo Barreal) de la cuenca, dado los ambientes involucrados (Hechem *et al.*, 1989), lo que sería poco propicio para la conservación de restos óseos (Koster, 1987), tenemos preser-

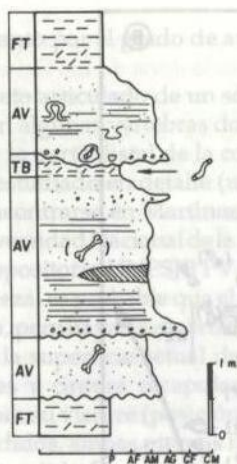


Figura 2: Columna esquemática con algunos bancos de las "areniscas verdes". Abreviaturas: AV, "areniscas verdes"; FT, fangolitas tobáceas y TB, tobas bioturbadas. Referencias como en la Fig. 1.

vacación de fósiles debido a las crecientes en manto (*flash floods*) que rápidamente enterraron los restos.

Dada la ausencia de concentraciones de restos en capas específicas (*bonebeds*), no se tiene evidencia para argumentar la existencia de eventos catastróficos que generaran muerte en masa, si bien se sabe que los procesos sedimentarios y/o agente biológicos pueden dispersar o eliminar una asociación de muerte en masa (Koster, 1987). Se debe aclarar, sin embar-

go, que aún no se han hecho excavaciones metódicas buscando específicamente estos "bonebeds".

Behrensmeier (1988) propone el concepto de modo tafonómico (*taphonomic mode*) y diferencia dos modos tafonómicos distintos para regímenes fluviales.

La existencia de por lo menos tres ejemplares (2 parciales) articulados y con sus huesos bien conservados; la presencia de vértebras dorsales de saurópodo con su estructura de delgadas láminas en gran parte conservada, y la ausencia de asociaciones de restos con facies gruesas de base de canal, permiten diferenciar el modo tafonómico de los restos de Ocho Hermanos con respecto al modo *channel lag* (Behrensmeier, 1988). Las características de los restos conservados se asemejan más al modo *channel fill*, pero sus atributos sedimentológicos son distintos, debido a las particularidades que caracterizan a la génesis y los depósitos de las corrientes efímeras.

Probablemente las corrientes efímeras generen un modo tafonómico particular, con características parcialmente superpuestas con los modos propuestos por Behrensmeier (1988), que sólo podrá ser caracterizado con mayor cantidad de datos. Sin embargo, algunas de sus posibles características son las siguientes:

- Existencia de heterogeneidad en el tamaño de los materiales asociados a las areniscas.
- Fuerte heterogeneidad en modos de preservación, desde restos aislados y desgastados hasta esqueletos prácticamente completos.
- Restos distribuidos en todo el espesor de los bancos, sin predominancia de concentraciones en la base de los cuerpos.

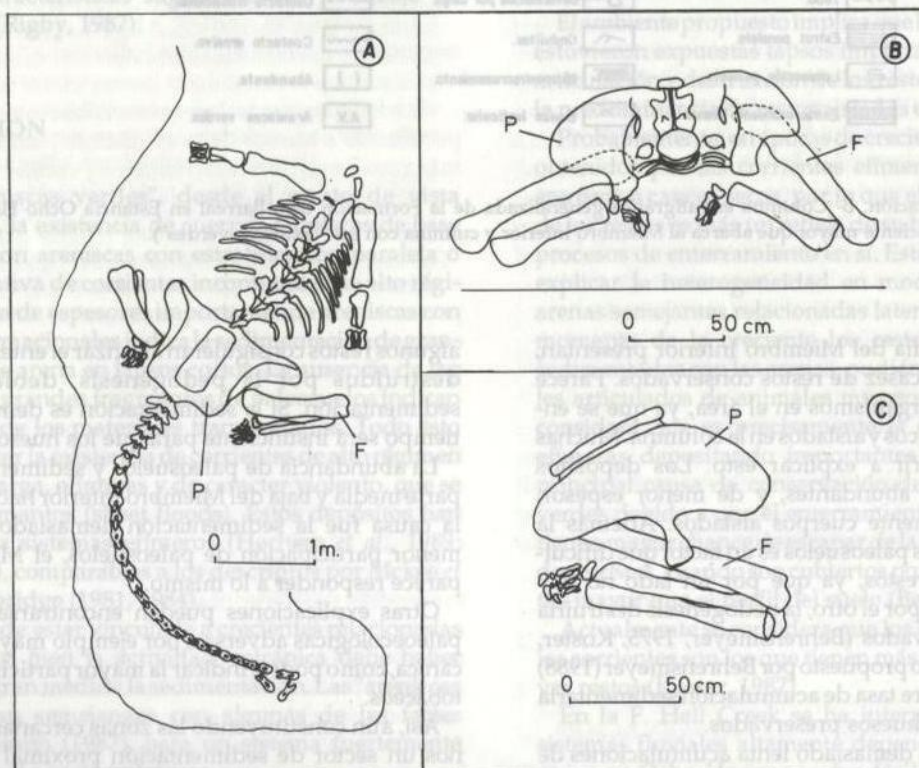


Figura 3: Esquemas que muestran la posición en que fue hallado el saurópodo articulado (UNPSJB PV 920). A- Vista dorsal. B- Sección transversal inmediatamente delante de la pelvis. C- Vista lateral del miembro posterior derecho. Abreviaturas: F, fémur; P, pelvis.

CONCLUSIONES

- Los niveles portadores de la gran mayoría de los restos de la F. Bajo Barreal en Ea. Ocho Hermanos son las "areniscas verdes" de la parte alta del Miembro Inferior.

- Las características sedimentológicas y las evidencias obtenidas de la conservación de los restos, permiten interpretar que las "areniscas verdes" fueron depositadas por corrientes efímeras, de alto régimen, principalmente mantiformes, que en ciertos casos alcanzaban elevada densidad y que depositaron importantes espesores en cortos períodos de tiempo.

Las evidencias tafonómicas más interesantes son:

1- La variedad extrema en modos de preservación, desde fragmentos aislados desgastados, hasta un esqueleto bastante completo y articulado, conservados en litologías semejantes y a escasa distancia unos de otros (escasa tanto en sentido areal como de espesor).

2- La heterogeneidad en el tamaño y la abundancia de los restos aislados preservados "suspendidos" en las areniscas.

- Se sugiere que el hecho de que los restos se hallan preservado en la parte alta del Miembro Inferior se debe precisamente a los procesos de acumulación de las areniscas verdes, que permitieron un rápido enterramiento de los materiales. La parte baja y media del Miembro Inferior, por el contrario incluye flujos efímeros en general aislados y menos espesos, sugiriendo áreas más distales del sistema.

Por otra parte la abundancia de paleosuelos indica períodos de exposición prolongada y destrucción de restos por procesos pedogénicos.

- La mayoría de los restos serían obtenidos por las corrientes efímeras en épocas de crecientes, desde ambientes de *overbank*. Dichas corrientes no tenían gran poder de selección debido a la rapidez del proceso, y posiblemente a una densidad algo mayor que las corrientes fluidas normales. Si bien podían afectar el estado de conservación de los restos, la heterogeneidad en modos de preservación parece responder más a la historia previa de los materiales en ambiente de *overbank*, que al efecto de las corrientes efímeras en sí.

- Probablemente las corrientes efímeras generen un modo tafonómico propio, y se sugieren algunas posibles características del mismo.

- Se interpreta que el saurópodo articulado (UNPSJB PV 920) murió y fue rápidamente enterrado, (probablemente sin ningún transporte) por un espesor importante de sedimentos acumulados por corrientes efímeras.

AGRADECIMIENTOS

A Jorge J. Hechem, por su constante estímulo y la revisión del manuscrito. A Andrés Blachakis por los dibujos. A los arbitros por sus sugerencias. Con el Prof. Rubén Martínez, la Lic. Olga Giménez y el Sr. Marcelo Luna, hemos trabajado a lo largo de varias campañas en Ea. Ocho Hermanos.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- BEHRENSMEYER, A.K., 1975. The taphonomy and paleoecology of Plio-Pleistocene vertebrate assemblages of east of Lake Rudolf, Kenya. *Bulletin of Museum of Comparative Zoology*, Harvard University 146:474-578.
- BEHRENSMEYER, A.K., 1988. Vertebrate preservation in fluvial channels. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 63:183-199.
- DODSON, P., 1971. Sedimentology and taphonomy of the Oldman Formation (Campanian), Dinosaur Provincial Park, Alberta (Canada). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 10:21-74.
- HECHEM, J.J., J.F. HOMOVC y E.G. FIGARI, 1989. Estratigrafía del Chubutiano en la Sierra de San Bernardo, Cuenca del Golfo San Jorge, provincia del Chubut. Informe inédito: YPF.
- HECHEM, J.J., J.F. HOMOVC y E.G. FIGARI, 1990. Estratigrafía del Chubutiano en la Sierra de San Bernardo, Cuenca del Golfo San Jorge, Chubut, Argentina. XI Congreso Geológico Argentino, Actas, II:173-176.
- KOSTER, E.H., 1987. Vertebrate taphonomy applied to the analysis of ancient fluvial systems. En: F.G. Ethridge, R.M. Flores, M.D. Harvey (editores), *Recent Developments in Fluvial Sedimentology*, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 39: 159-168.
- MARTINEZ, R., O. GIMENEZ, J. RODRIGUEZ y G. BOCHATEY, 1986. *Xenotarsosaurus bonapartei* nov. gen. et sp. (Carnosauria - Abelisauridae), un nuevo Theropoda de la Formación Bajo Barreal, Chubut, Argentina. IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas 2:23-31.
- MARTINEZ, R., O. GIMENEZ, J. RODRIGUEZ y M. LUNA, 1990. Un titanosaurio articulado del género *Epachosaurus*, de la Formación Bajo Barreal, Cretácico del Chubut. Resúmenes VII Jornadas Argentinas de Paleontología de Vertebrados, publicados en *Ameghiniana*, Tomo 26, N° 3-4:246.
- McKEE, E.D., E.J. CROSBY y H.L. BERRYHILL, 1967. Flood deposits, Bijou Creek, Colorado, June 1965. *Journal of Sedimentary Petrology*, 37(3):829-851.
- MIALL, A.D., 1983. Basin analysis of fluvial sediments. En: *Modern and Ancient Fluvial Systems* (Ed. J.D. Collinson and J. Lewin), International Association of Sedimentologists, Special Publication 6:279-286.
- POWELL, J.E., 1990. *Epachosaurus sciuttoi* (gen. et sp. nov.) un dinosaurio saurópodo del Cretácico de Patagonia (Provincia del Chubut, Argentina). V Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Actas I:123-128. Serie correlación geológica N°7.
- RIGBY, J.K.Jr., 1987. The last of the north American Dinosaurs. En: *Dinosaurs Past and Present*, Vol. II:119-135.
- RODRIGUEZ, J.F.R., 1992. Interpretación paleoambiental de la Formación Bajo Barreal (Cretácico Tardío) en Estancia Ocho Hermanos, Chubut. IV Reunión Argentina de Sedimentología, Actas III:81-88.
- SCIUTTO, J.C., 1981. Geología del codo del Río Senguerr, Chubut, Argentina. VIII Congreso Geológico Argentino, Actas III:203-219.
- SMITH, G.A., 1987. The influence of explosive volcanism on fluvial sedimentation: the Deschutes Formation (Neogene) in Central Oregon. *Journal of Sedimentary Petrology*, Vol. 57, N°4:613-629.
- TUNBRIDGE, I.P., 1981. Sandy high-energy flood sedimentation. Some criteria for recognition, with an example for the Devonian of S.W. England. *Sedimentary Geology*, 28:79-96.
- TUNBRIDGE, I.P., 1984. Facies model for a sandy ephemeral stream and clay playa complex; the middle Devonian Trentishoe Formation of North Devon, U.K. *Sedimentology*, 31(5):697-715.
- VOORHIES, M.R., 1981. Ancient ashfall creates a Pompeii of prehistoric animals. *National Geographic*, V.159:66-75.