



# Contribución al conocimiento sedimentológico y paleobotánico de la Formación El Freno (Jurásico Temprano) en el valle superior del río Atuel, Mendoza, Argentina

Luis A. SPALLETTI<sup>1</sup>, Eduardo M. MOREL<sup>2,3</sup>, Juan R. FRANZESE<sup>1</sup>, Analía E. ARTABE<sup>2,4</sup>, Daniel G. GANUZA<sup>2</sup> y Adolfo ZÚÑIGA<sup>2,4</sup>

**Abstract.** CONTRIBUTION TO THE SEDIMENTOLOGICAL AND PALAEOBOTANICAL KNOWLEDGE OF THE EL FRENO FORMATION (EARLY JURASSIC) IN THE UPPER ATUEL RIVER VALLEY, MENDOZA, ARGENTINA. Three detailed stratigraphic logs form the siliciclastic deposits belonging to the El Freno Formation (Sinemurian) have been measured at Las Chilcas Hill and at El Cholo Anticline (upper reaches of the Atuel River Valley, Andean Cordillera of Mendoza, Argentina). The El Freno Formation is composed of clast-supported conglomerates, gravelly sandstones, sandstones, mudstones and heterolithic levels. The El Freno deposits were formed in fluvial systems which were characterized by systematic changes in architectural style due to vertical and regional variations in accommodation space, clastic supply, discharge and regional slope. Tractional bedload systems and mixed-load systems have been recognized. The former are characterized by vertical and lateral stacking of clast-supported coarse-grained deposits with common transitional flow-regime and low flow-regime tractional structures. The mixed-load systems consist of repeated cycles of channel-fill and aggradational flood plain deposits. Two main types of palaeochannel geometries (strings and belts) have been distinguished in the mixed-load systems. Six plantiferous levels have been identified in the measured profiles. One of them had been previously defined by Borrello and studied by Herbst. The floral assemblage of the El Freno Formation is composed of 13 taxa: *Equisetites* sp., *Marattia münsteri* (Goepfert) Zeiller, *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli, *Cladophlebis ugartei* Herbst, *Dictyophyllum* (D.) *atuelense* Herbst, *Dejerseyia lobata* (Jones and de Jersey) Herbst, *Archangelskya proto-loxsoma* (Kurtz) Herbst, *Sagenopteris* sp. cf. *S. rhoifolia* Presl, *Kurtziana brandmayri* Frenguelli, *Otozamites bechei* Brongniart, *O. hislopi* (Oldham) Feistmantel, *Taeniopteris* sp.b. and *Elatocladus conferta* (Oldham and Morris) Halle. This study, combined with the palaeobotanical analysis of five plantiferous levels in the cerro La Brea section, allowed us to define the overall palaeofloristic composition of the El Freno Formation. The El Freno palaeoflora was compared with other Jurassic palaeofloras of Argentina. A close relationship between the floristic assemblages of the El Freno Formation and the Lower Jurassic Nestares Formation (located in the northwestern sector of the North Patagonian Massif) has been established.

**Resumen.** En el cerro Las Chilcas y el anticlinal el Cholo, ubicados en el tramo superior del valle del río Atuel, sudoeste de la provincia de Mendoza, Argentina, se relevaron tres perfiles sedimentológicos de detalle en secciones correspondientes a la Formación El Freno (Sinemuriano). La Formación El Freno está compuesta por una compleja asociación de conglomerados clasto-soportados, areniscas conglomerádicas, areniscas, fangolitas y niveles heterolíticos. Sobre la base de las texturas y estructuras primarias y de las proporciones entre tipos litológicos se definen diversas asociaciones de facies silicoclásticas que permiten interpretar al conjunto como originado en sistemas fluviales de carga traccional y de carga mixta, los últimos con cuerpos de canales avulsivos con diseño en faja y cordoniforme. El desarrollo de los distintos modelos de sedimentación fluvial es atribuido a variaciones regionales y verticales en acomodación, aportes detríticos, descarga y pendiente regional. En los perfiles relevados se determinó la existencia de seis estratos con plantas fósiles, uno de los cuales corresponde al identificado por Borrello y estudiado por Herbst. El estudio del material paleobotánico muestreado durante los relevamientos geológicos, así como el recolectado por Borrello, permitió confeccionar una lista florística que incluye 13 taxones: *Equisetites* sp., *Marattia münsteri* (Goepfert) Zeiller, *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli, *Cladophlebis ugartei* Herbst, *Dictyophyllum* (D.) *atuelense* Herbst, *Dejerseyia lobata* (Jones y de Jersey) Herbst, *Archangelskya proto-loxsoma* (Kurtz) Herbst, *Sagenopteris* sp. cf. *S. rhoifolia* Presl, *Kurtziana brandmayri* Frenguelli, *Otozamites bechei* Brongniart, *O. hislopi* (Oldham) Feistmantel, *Taeniopteris* sp.b. y *Elatocladus conferta* (Oldham y Morris) Halle. Se establece el contenido paleoflorístico de la Formación El Freno en el área del tramo superior del río Atuel, para lo cual se adiciona la lista florística del cerro La Brea. Se compara esta asociación de plantas fósiles con otras del Jurásico de la Argentina; este análisis ha permitido encontrar una importante similitud entre las paleofloras de la Formación El Freno y las de la Formación Nestares (Jurásico Temprano), aflorante en el sector noroccidental del Macizo Norpatagónico.

**Key words.** Sedimentology. Palaeobotany. El Freno Formation. Early Jurassic. Mendoza. Argentina.

**Palabras clave.** Sedimentología. Paleobotánica. Formación El Freno. Jurásico Temprano. Mendoza. Argentina.

## Introducción

Este trabajo es un nuevo aporte interdisciplinario al conocimiento sedimentológico y paleobotánico de

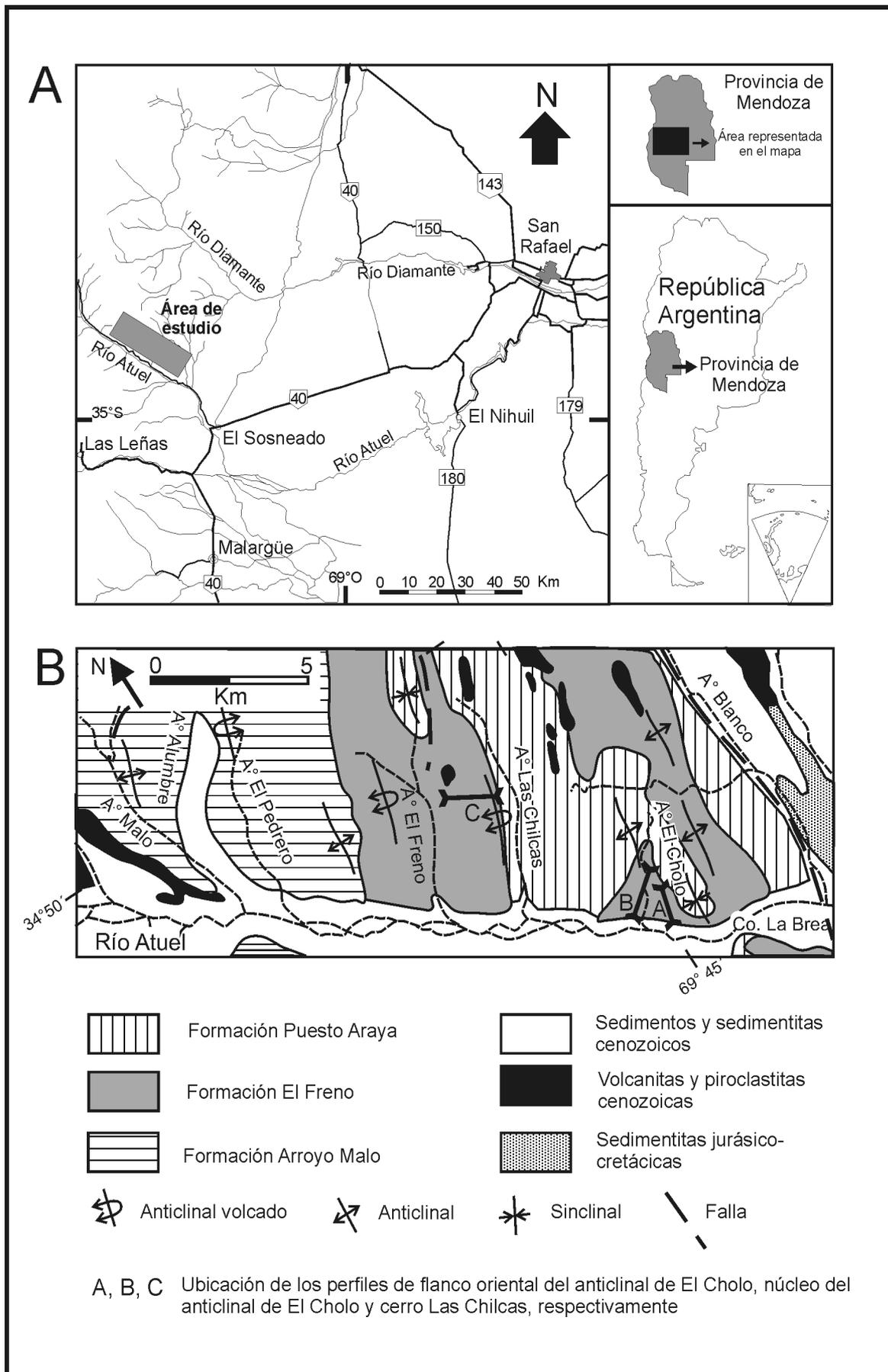
las sucesiones del Jurásico Temprano en la Cuenca Neuquina. En particular se analizan los depósitos continentales de la Formación El Freno que afloran sobre la margen norte del valle superior del río Atuel, en el sur de la provincia de Mendoza (figura 1). El relevamiento de tres perfiles de detalle ha permitido definir diversas facies sedimentarias silicoclásticas y asociaciones de facies, así como la arquitectura bidimensional de los cuerpos de roca, que fueron empleados para avanzar en la interpretación de los ambientes de acumulación. A la vez, se han identificado nuevos niveles con plantas fósiles, las que son caracterizadas y descriptas en esta contribución.

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Geológicas (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, calle 1 n° 644, 1900 La Plata, Argentina. [spalle@cig.museo.unlp.edu.ar](mailto:spalle@cig.museo.unlp.edu.ar); [franzese@cig.museo.unlp.edu.ar](mailto:franzese@cig.museo.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup>División Paleobotánica (Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata), Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina. [emorel@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:emorel@museo.fcnym.unlp.edu.ar); [aartabe@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:aartabe@museo.fcnym.unlp.edu.ar); [ganuza@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:ganuza@museo.fcnym.unlp.edu.ar)

<sup>3</sup>Comisión de Investigaciones Científicas, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina. [zuniga@museo.fcnym.unlp.edu.ar](mailto:zuniga@museo.fcnym.unlp.edu.ar)



En la región de estudios, el registro triásico-jurásico inferior está constituido por las formaciones Arroyo Malo (Riccardi *et al.*, 1997), El Freno (Reijenstein, en Stipanovic y Bonetti, 1970), Puesto Araya (Volkheimer, 1970, *idem.* Formación El Cholo, Stipanovic y Bonetti, 1970) y Tres Esquinas (Stipanovic, 1969). Diversos autores se han ocupado de describir y analizar estas sucesiones sedimentarias (Gerth, 1925; Jaworski, 1926; Borrello, 1949; Groeber *et al.*, 1953; Ugarte, 1955; Herbst, 1964a, 1964b, 1968; Stipanovic y Bonetti, 1970; Volkheimer, 1970, 1978; Giambiagi *et al.*, 2005). El conocimiento paleontológico y bioestratigráfico, en especial de las unidades marinas del Jurásico Temprano, se debe a los aportes de Riccardi *et al.* (1988, 1991, 1997), von Hillebrandt (1989, 1990), Herbst y Stipanovic (1996), Riccardi e Iglesia Llanos (1999) y Lanés (2005). Por su parte, Herbst (1964a, 1964b, 1968) y Stipanovic y Bonetti (1970) han contribuido con estudios paleobotánicos y estratigráficos. Por su posición estratigráfica entre sedimentitas marinas bien datadas por su fauna de amonites, la Formación El Freno ha sido asignada al Sinemuriano (*cf.* Spalletti *et al.*, 2005).

Debe señalarse que las unidades jurásicas en la región cordillerana del sur de Mendoza se hallan fuertemente deformadas por plegamiento, fallas de alto ángulo y sobrecorrimientos (Volkheimer, 1978; Ploszkiewicz y Gorroño, 1988; Condat *et al.*, 1989; Manceda *et al.*, 1990; Kozłowski, 1992; Manceda y Figueroa, 1995). Por tal razón, en muchas localidades resulta complicado reconstruir de un modo coherente la columna estratigráfica local.

### Caracteres generales de la Formación El Freno en el área de estudios

En este trabajo, y en forma complementaria al estudio de la misma unidad en el vecino cerro La Brea (Artabe *et al.*, 2005), la Formación El Freno es analizada en tres áreas de afloramiento ubicadas en el sector septentrional del valle superior del río Atuel: el flanco oriental del anticlinal de El Cholo, la quebrada de El Cholo y el cerro Las Chilcas (figura 1).

En el flanco oriental del anticlinal de El Cholo la sucesión se encuentra muy dislocada, con fuerte inclinación (65°) hacia el este. El registro de la Formación El Freno es incompleto, sin base ni techo expuestos, suma un espesor de 79 m y se compone de

rocas silicoclásticas con una amplia variabilidad textural (figura 2). Por una parte, aparecen cuerpos de areniscas de tonos blanquecinos, muy gruesas y gruesas hasta sabulíticas, y conglomerados finos a medianos, clasto soportados, de color rosado pálido. También se encuentran sucesiones dominadas por depósitos de grano fino que se componen de fangolitas verdosas hasta gris oscuras y fragmentosas, y areniscas medianas de colores gris verdosos. En estos tramos de textura más fina, se han identificado tres niveles florísticos (figura 2). Además, cerca del tope, se registra la presencia de un nivel con moldes de troncos y algo más arriba una lutita muy carbonosa. Los datos no sistemáticos de paleocorrientes orientados preferencialmente al noroeste fueron tomados de capas frontales de la estratificación entrecruzada y de imbricación en conglomerados.

En la quebrada de El Cholo, la Formación El Freno se expone el núcleo de la estructura anticlinal con un espesor parcial de 112 m y buzamiento del orden de los 14° a 18° al norte. Su base no se encuentra visible. Aquí se registran potentes cuerpos multiepisódicos de textura gruesa, entre los que participan conglomerados medianos, sabulitas, areniscas conglomerádicas y areniscas muy gruesas y gruesas (figura 3), que en conjunto poseen tonalidades rosadas blanquecinas. Entre estos depósitos también aparecen tramos de fangolitas grises y verdosas junto a estratos masivos de areniscas sucias. En estos términos de grano más fino se ha encontrado el único nivel con restos de plantas fósiles de esta localidad (figura 3). En el tramo superior del perfil expuesto se ha reconocido la presencia de un paleovalle con espesor del orden de 40 m dentro del cual se identifican estratos lenticulares de base erosional cóncava, formados por conglomerados a areniscas muy gruesas, que alcanzan amplitudes entre 100 y 150 m y potencias entre 1,5 y 2,5 m. Estos cuerpos pueden aparecer amalgamados o encontrarse separados por intervalos heterolíticos (areniscas medianas y fangolitas) entre 0,2 y 2 m de espesor. En esta localidad, los vectores de paleocorrientes de las capas entrecruzadas son consistentes hacia el norte y noroeste, mientras que estructuras imbricadas de los conglomerados se orientan hacia el noroeste y oeste.

La sección del cerro Las Chilcas muestra una sucesión sedimentaria totalmente invertida (*cf.* Volkheimer, 1970). En el faldeo oriental del cerro aflora el tope de la Formación El Freno y el pasaje a la suprayacente Formación Puesto Araya (figura 4). La

**Figura 1. A**, Mapa de ubicación de la región estudiada / *location map of the studied region*. **B**, Mapa geológico del sector septentrional del valle superior del río Atuel con la localización de la traza de los perfiles relevados (modificado de Volkheimer, 1978; Lanés, 2005 y Spalletti *et al.*, 2005) / *geologic map of the northern sector of the Atuel river valley and location of measured sections (modified from Volkheimer, 1978; Lanés, 2005 and Spalletti et al., 2005)*.

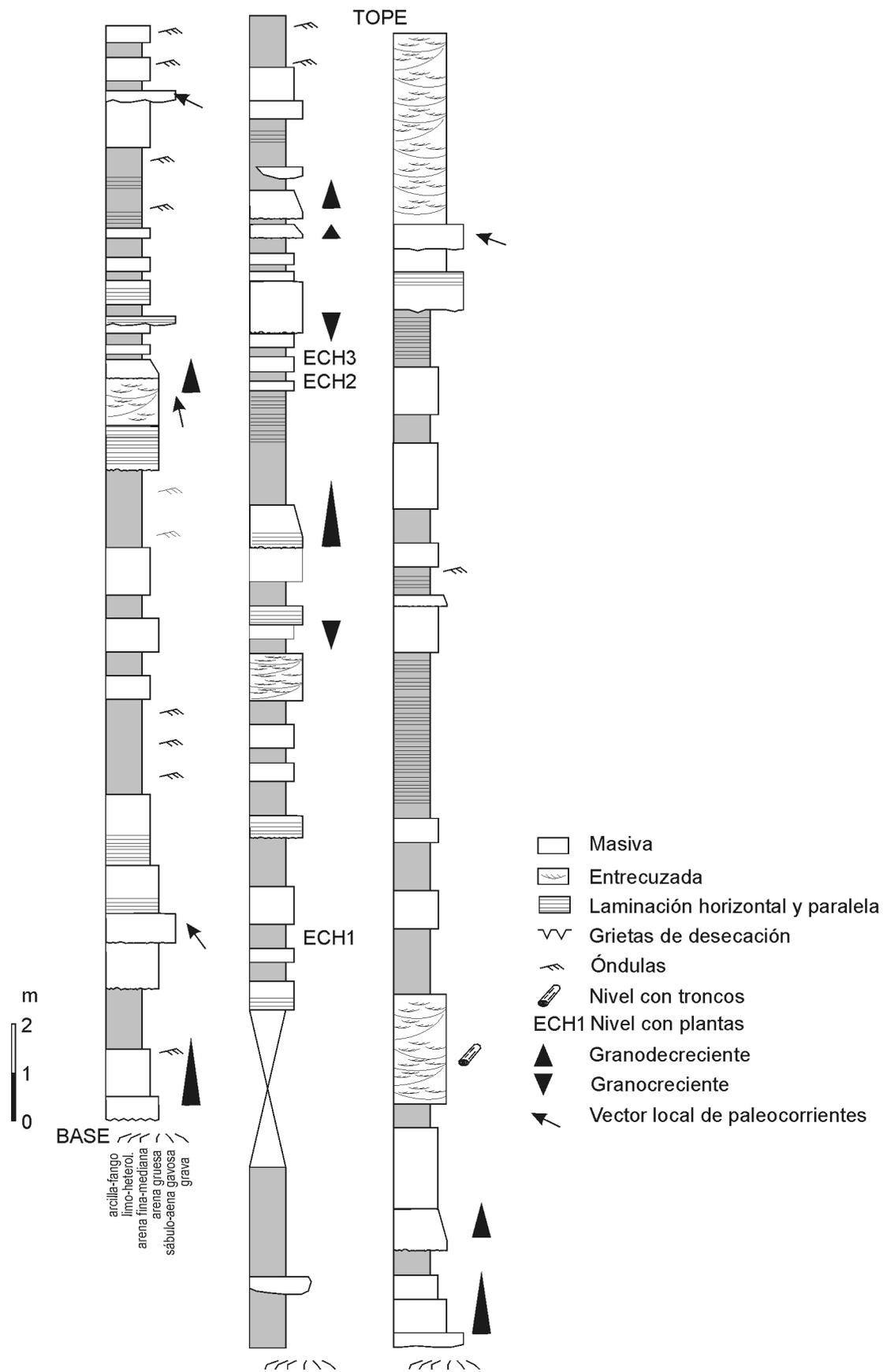


Figura 2. Perfil de la Formación El Freno en el flanco oriental del anticlinal de El Cholo / measured section of the El Freno Formation, eastern flank of El Cholo anticline.

**Cuadro 1.** Facies sedimentarias identificadas en la Formación El Freno / *sedimentary facies identified in the El Freno Formation.*

Estructura	Litología				
	Conglomerado	Arenisca gravosa	Arenisca	Heterolítica	Fangolita
Imbricación	Gi				
Entrecruzada planar			Sp		
Entrecruzada tangencial, artesas	Gt	SGt	St		
Laminación horizontal, de bajo ángulo	Gh, Gl	SGh, SGl	Sh, Sl		
Óndulas de corrientes			Sr	Hf (flaser),	
Laminación paralela				Hwv (ondulosa),	Fh
Masiva, clasto soporte	Gm	SGm	Sm	Hle (lentiforme)	Fm

sección de la Formación El Freno es incompleta, ya que no se exponen sus términos inferiores, y el espesor registrado para la unidad es de 168 m. Son característicos los cuerpos de gran escala (de 2 a 12 m de espesor) y geometría lenticular compuestos por conglomerados finos, sabulitas y areniscas muy gruesas de color rosado pálido con estratificación entrecruzada en artesa (figura 4). Estos litosomas aparecen intercalados en sucesiones de textura más fina; entre ellos se identifican tramos de fangolitas y lutitas carbonosas con intercalaciones delgadas de areniscas finas y medianas, y litosomas de geometría lenticular y lobulada pero de menor escala, constituidos por sabulitas y areniscas muy gruesas blanquecinas a rosadas. La buena continuidad lateral de los afloramientos de la Formación El Freno permite definir con mayores precisiones la arquitectura sedimentaria (figura 5). En la porción inferior abundan los paleocanales potentes (entre 2 y 12 m de espesor) pero relativamente cortos en dimensión lateral y con escasa conectividad. En ellos se han encontrado niveles con troncos retransportados. En los tramos intercalados de grano fino aparece el único nivel con plantas reconocibles de esta localidad (figura 4). Más arriba se pasa a un tramo en el que aparecen muy pocos cuerpos canalizados, y por encima se reconoce un nuevo intervalo con alta frecuencia de paleocauces con espesores de 2 a 7 m, amplio desarrollo lateral y alto grado de conectividad (figura 5). La parte cuspidal de la Formación El Freno muestra un conjunto de areniscas en capas lenticulares (0,5 a 0,8 m) con estratificación entrecruzada en artesa que amalgaman tanto en sentido vertical como lateral (figuras 4 y 5). Se han podido registrar escasos datos de paleocorrientes en capas entrecruzadas tangenciales y en artesas con orientaciones variables (entre sudoeste y norte; figura 4). En el pasaje hacia la Formación Puesto Araya apa-

recen litosomas abultados y también tabulares entre 0,4 y 0,6 m de espesor, compuestos por areniscas medianas y gruesas, en las que intercala un cuerpo conglomerádico con geometría fuertemente lenticular. Por encima, ya en la Formación Puesto Araya, de neto ambiente marino, los depósitos de areniscas se presentan primero como una sucesión multiepisdica con capas planas y luego en estratos de base plana y techo convexo con típicas estructuras hummocky que alternan entre niveles de fangolitas laminadas y lajosas (figura 4).

### Facies sedimentarias

Las facies reconocidas en la Formación El Freno se sintetizan en el cuadro 1. Las rocas de textura más gruesa son ortoconglomerados y areniscas conglomerádicas en estratos masivos (Gm, SGm), imbricados (Gi), con estratificación plana a poco inclinada (Gh, Gl, SGh, SGl) y con estratificación entrecruzada en artesas (Gt, SGt). En sentido granulométrico decreciente, aparecen facies de areniscas medianas a muy gruesas con estructuras sedimentarias semejantes (Sm, Sh, Sl, St) a las que se suman, aunque en escasa proporción, capas con óndulas de corrientes y laminación ondulítica (Sr). En las sucesiones sedimentarias son bastante frecuentes las facies heterolíticas (H) constituidas por la interestratificación rítmica y delgada de areniscas masivas hasta ondulíticas y fangolitas masivas y/o laminadas (cuadro 1). Las fangolitas son también características. Entre ellas predominan los depósitos masivos (Fm), aunque también aparecen niveles en los que se preserva la laminación producida por decantación a partir de suspensiones ácuas (Fh). Estos depósitos de grano fino pueden presentarse tanto como intervalos bastante poten-

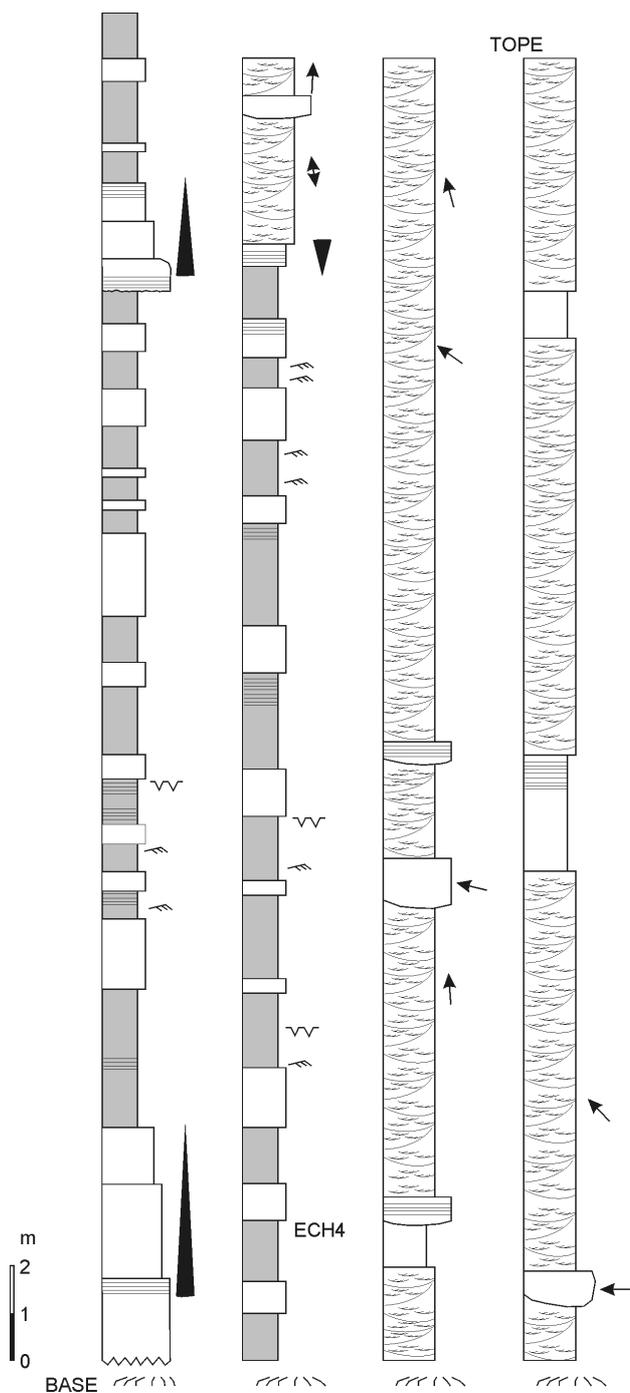


Figura 3. Perfil de la Formación El Freno en el núcleo de la estructura anticlinal en la quebrada de El Cholo / measured section of the El Freno Formation, nucleus of El Cholo anticline.

tes o como intercalaciones entre sedimentitas más gruesas.

**Reconstrucción paleoambiental**

Los depósitos silicoclásticos de la Formación El Freno son parte del relleno de *sinrift* del que

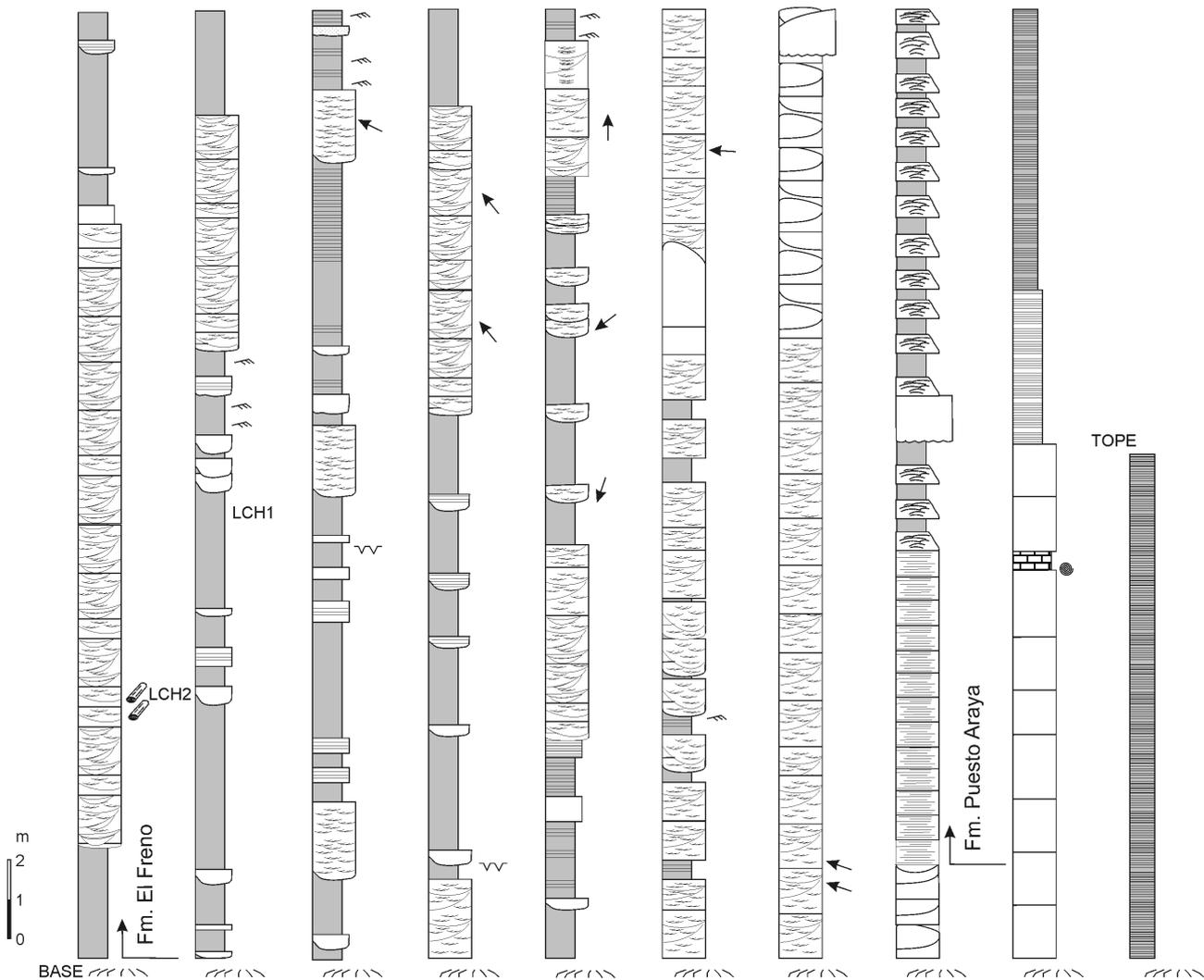
Maceda y Figueroa (1995) denominaran hemigraben Atuel - Valenciana. Según Giambiagi *et al.* (2005) este depocentro fue producido por esfuerzos extensionales orientados con dirección ENE-OSO; está controlado por una falla principal (Borbollón - La Manga) que con rumbo NNO-ESE lo limita en su margen activo, a la que se asocia un complejo sistema de fallas secundarias transtensivas antitéticas y sintéticas.

Las sedimentitas de la Formación El Freno han sido normalmente atribuidas a ambiente fluvial. Gulisano y Gutiérrez Pleimling (1994) las consideran originadas en sistemas aluviales, mientras que Giambiagi *et al.* (2005) las interpretan como el depósito de ríos entrelazados. Por su parte, Artabe *et al.* (2005) han propuesto un modelo conceptual fluvial de carga mixta para los depósitos de la Formación El Freno que afloran en el área del cerro La Brea.

El estudio de las asociaciones de facies y de la arquitectura bidimensional de los cuerpos sedimentarios que aquí se presenta ha permitido establecer que los procesos sedimentarios han sido algo más complejos, reconociéndose la existencia de sistemas fluviales de carga traccional y sistemas fluviales de carga mixta.

*Sistemas fluviales de carga traccional*

Estos depósitos se han identificado en forma bastante localizada en el tercio superior de la sección del núcleo anticlinal de la quebrada de El Cholo y en la parte alta del perfil del cerro Las Chilcas. Se trata de sucesiones de conglomerados, sabulitas, areniscas conglomerádicas y areniscas gruesas y muy gruesas en estratos bastante potentes (entre 0,5 m y 2,5 m) con geometría lenticular. Los niveles con sedimentos pelíticos son muy escasos. Se caracterizan por amalgamaciones verticales y laterales de sedimentitas gruesas en sucesiones de decenas de metros y que, en conjunto, poseen marcada continuidad lateral, entre 100 m y 150 m. Estos atributos son típicos de los sistemas fluviales con neto dominio de la depositación de carga traccional, bancos erosionales, rápido crecimiento de las barras y bancos fluviales, y alta inestabilidad en la localización de los canales (Miall, 1978, 1981; Ramos y Sopeña, 1983; Ramos *et al.*, 1986; Rust y Gibling, 1990; Eberth y Miall, 1991). En estos conjuntos se identifican depósitos del núcleo de barras gravosas (Gm, Gi, Gl, Gh, SGm) y de macroformas tridimensionales gravosas y arenosas de acreción frontal (Gt, SGt, St). Son algo menos comunes los depósitos arenosos de alto régimen de flujo (Sh, Sl) y poco significativas las intercalaciones heterolíticas (Hh, Hr).

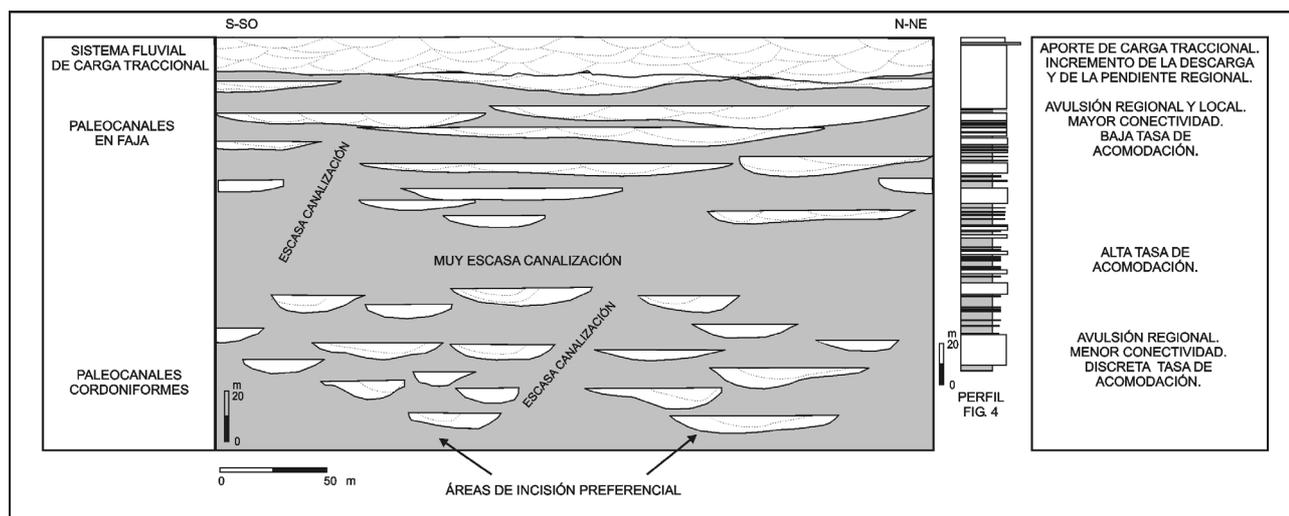


**Figura 4.** Perfil de la Formación El Freno y del tramo inferior de la Formación Puesto Araya en el cerro Las Chilcas / *measured section of the El Freno Formation and the lower part of the Puesto Araya Formation, Las Chilcas Hill.*

### Sistemas fluviales de carga mixta

En la Formación El Freno se reconocen con frecuencia facies sedimentarias muy cambiantes en textura y estructuras. La geometría lenticular de los litosomas de granulometría más gruesa, su arreglo interno de facies y la existencia de tramos dominados por materiales finos ponen en evidencia sistemas fluviales de carga mixta (Collinson, 1986, 1996; Hastings, 1990; Werren *et al.*, 1990). Los depósitos de canales son esencialmente agradacionales (Cuevas Gonzalo y Martinius, 1993) y están constituidos por facies de conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas, a veces con tendencia granodecreciente. En su base aparecen limitados por una superficie de erosión (a veces de corte). Sobre ella suelen disponerse sucesiones multiepisódicas caracterizadas por estratos entre 0,3 m y algo más de 1 m de espesor con macroformas tridimensionales de acreción frontal

(Gt, SGt, St), los que se asocian con cuerpos masivos (Gm, SGM, Sm), imbricados (Gi) o con laminación horizontal o levemente inclinada de alto régimen (Gh-Gl, SGh-SGl, Sh-Sl). Estas macroformas representan esencialmente acumulaciones en barras migratorias internas con geometría de duna, así como la progradación de barras diagonales desarrolladas en sectores marginales de los canales fluviales. En sentido vertical, estos depósitos muestran dos distintos arreglos: el más común se caracteriza por la falta de tendencias texturales internas y por el contacto superior bastante abrupto hacia facies de textura más fina; este salto textural de importancia permite interpretar procesos de abandono súbito de los canales. El otro muestra el desarrollo de un diseño de superposición granodecreciente con pasaje a facies más finas (areniscas medianas a finas, intervalos heterolíticos) que sugiere el abandono algo más progresivo de los canales.



**Figura 5.** Relación entre depósitos de planicie de inundación y de canales, y estilo arquitectural de los canales y sistemas fluviales en el área del cerro Las Chilcas / *relationship between floodplain and channel deposits, and architectural style of fluvial systems and channels at Las Chilcas Hill.*

En la mayor parte de los afloramientos los paleocauces se asocian lateral y verticalmente con sucesiones más finas, típicas de ambientes de planicies de inundación. Estos depósitos están conformados por dos asociaciones de facies. Una en la que dominan sedimentitas pelíticas (esencialmente fangolitas masivas o laminadas) producidas a partir de la decantación de suspensiones ácuas. La otra con materiales más gruesos acumulados por corrientes traccionales. Estos últimos depósitos se componen de cuerpos arenosos, menos comúnmente gravosos, con espesores entre 0,2 m y 0,9 m, un contacto basal neto hasta erosional y poseen geometría lenticular con escasa continuidad lateral. Por sus características de yacencia y atributos deposicionales se considera que estos paleocauces de menor expresión se han producido en las planicies de inundación por eventos de desbordamiento. Con mucha menor frecuencia se identifican sucesiones negativas de pequeña escala en las que se pasa transicionalmente desde sedimentos finos de decantación suspensiva a capas de textura más gruesa (normalmente facies Sm hasta Gm). Se interpreta que estos cuerpos se han formado por la progradación y agradación de lóbulos de desbordamiento. En algunas oportunidades, los litosomas correspondientes a los canales fluviales aparecen dispuestos inmediatamente por encima de estas pequeñas secuencias negativas, por lo que se deduce que la colonización de nuevas áreas de canales en la planicie de inundación se produjo a expensas de estos procesos de desbordamiento (*cf.* Spalletti y Barrio, 1998).

La continuidad de las exposiciones de la Formación El Freno en el cerro Las Chilcas ha permitido analizar la arquitectura bidimensional de los paleo-

canales en los sistemas fluviales de carga mixta (figura 5). De acuerdo a los modelos clásicos de Friend (1983) y Miall (1988), se han reconocido dos morfologías: cordoniformes y en fajas. Los cuerpos con geometría cordoniforme se caracterizan por su escaso desarrollo en sentido lateral (menos de 80 m), pero son comparativamente profundos (2 m a 12 m). Muestran su base fuertemente excavada en sedimentos finos de planicie de inundación y rara vez aparecen amalgamados. Los paleocanales en fajas poseen mayores amplitudes, del orden de los 100 m, pero con espesores equivalentes y hasta algo más reducidos que los anteriores (entre 2 m y 7 m). Su base es cóncava hacia arriba y su contorno con tendencia asimétrica, es decir con un borde empinado y otro mucho más extendido. Su relleno se compone de sucesivas relocalizaciones laterales de macroformas de acreción frontal (procesos de avulsión local, Rajchl y Ulicný, 2005) sin que se haya apreciado buen desarrollo de las estructuras de acreción lateral, típicas de muchos cursos migratorios. En los paleocanales en fajas la tendencia a la amalgamación entre los cuerpos es mayor que en el caso de los cordones.

#### *Consideraciones sobre el significado de los sistemas fluviales reconocidos*

La figura 5 ilustra esquemáticamente la relación entre depósitos de planicie de inundación y de canales, así como el distinto estilo arquitectural de los canales fluviales en el área del cerro Las Chilcas. Se puede apreciar que en el tramo inferior de la sucesión sedimentaria prevalecen los paleocanales cor-

doniformes, mientras que en el tercio superior lo hacen los paleocanales en fajas. Además, el sector intermedio se caracteriza por una alta proporción de depósitos de planicie de inundación con correlativa merma en la cantidad y magnitud de los paleocauces. Por las características del relleno, se interpreta que en ambos tipos de paleocanales ha prevalecido el proceso de avulsión regional, con cambios rápidos en la ubicación de los cursos de agua. En la figura 5 también es posible advertir que existen zonas preferenciales de localización de canales. Este carácter permite deducir que el súbito abandono de los mismos pudo haber estado controlado por procesos combinados de basculamiento tectónico de la planicie de inundación (Alexander *et al.*, 1994; Holbrook y Schumm, 1999) y basculamiento por compactación diferencial de áreas de la planicie de inundación con alta proporción de sedimento fino (Rajchl y Ulicný, 2005).

El distinto desarrollo de estos estilos arquitecturales de canales sugiere que durante la acumulación de la Formación El Freno se produjeron cambios importantes en los controles alógenicos distales y proximales (Catuneanu, 2006), tales como el nivel de base geomorfológico y en el ritmo de subsidencia de la cuenca. Dichos cambios son los que determinan variaciones tanto en el espacio de acomodación como en los aportes sedimentarios (Wright y Marriott, 1993; Cross *et al.*, 1993; Olsen *et al.*, 1995) y por tanto en el diseño de los sistemas de acumulación fluvial. Los períodos con alta acomodación, posiblemente vinculados con predominio de subsidencia tectónica, se corresponderían con un importante desarrollo de los depósitos de planicie de inundación (Miall, 2002), tal como ocurre en el tramo medio de la sección del cerro Las Chilcas (figuras 4 y 5). La tasa de acomodación fue también importante en la sección en la que dominan los sistemas fluviales con canales cordoniformes, asociados con una importante participación de los depósitos finos de planicie de inundación. Por su parte, las sucesiones con paleocanales en faja, típicas del tercio superior del perfil del cerro Las Chicas, reflejan el decrecimiento de acomodación, aunque persisten en la cuenca los sistemas fluviales de carga mixta. Una situación muy diferente se da con los sistemas fluviales de carga de lecho (figuras 4 y 5), que se han desarrollado como respuesta a un cambio singular en los factores de control que condujeron al incremento en los aportes detríticos de grano grueso, en la descarga y en la pendiente regional con correlativo decrecimiento en acomodación (Legarreta *et al.*, 1993; Lorenz y Nadon, 2002; Miall, 2002).

Los datos de orientación de estructuras direccionales permiten inferir la existencia de sistemas flu-

viales transversales y paralelos al eje del hemigraben del Atuel. De acuerdo a la reconstrucción paleogeográfica y estructural de la fosa del Atuel (Manceda y Figueroa, 1995; Giambiagi *et al.*, 2005), las corrientes transversales procedían desde el flanco activo (oriental) de la cuenca, mientras que las longitudinales se orientaban en dirección noroeste.

## Paleobotánica

En las secciones estudiadas se han identificado seis estratos con plantas fósiles, todos ellos en sedimentitas de la Formación El Freno. Tres niveles (ECH 1, 2 y 3) se ubican en el flanco oriental del anticlinal de El Cholo (figura 2). En el perfil relevado en el núcleo de la estructura anticlinal en la quebrada de El Cholo (figura 3) se identificó un solo estrato con restos indeterminables de plantas fósiles (ECH4).

Con referencia al cerro Las Chilcas (figura 4), uno de los estratos con plantas (LCH 1) corresponde al nivel hallado por Borrello e indicado en Groeber *et al.* (1953, lám. 26, figura 2). Dicho material fue depositado en la Colección Paleobotánica del Museo de La Plata y estudiado en parte por Herbst (1964a). El otro nivel (LCH2) contiene troncos petrificados actualmente en estudio.

Herbst (1964a) estudió el material colectado por Borrello en el cerro Las Chilcas y determinó los siguientes taxones: *Marattia münsteri* (Goeppert) Zeiller, *Cladophlebis (Todites?) ugartei* Herbst, *Taeniopteris* sp.b, *Sagenopteris* sp. cf. *S. rhoifolia* Presl, *Otozamites bechei* Brongniart y *O. hislopi* (Oldham) Feistmantel. Dado que estos ejemplares se encuentran depositados en la colección de la División Paleobotánica del Museo de La Plata, fue posible efectuar su revisión, e integrar los taxones a las determinaciones que se hacen en esta contribución. La lista florística así constituida incluye diecinueve taxones, cuya distribución en los diferentes estratos plantíferos se muestra en el cuadro 2.

El conjunto paleoflorístico estudiado fosilizó en su mayor parte como impresiones, pero también se colectaron algunas petrificaciones. El material se depositó en la Colección Paleobotánica del Museo de La Plata, bajo la sigla LPPB. La macrosistemática adoptada sigue el criterio de Stewart y Rothwell (1993).

## Paleontología sistemática

División TRACHEOPHYTA *sensu* Stewart y Rothwell 1993

Clase SPHENOPSIDA *sensu* Stewart y Rothwell 1993

AMEGHINIANA 44 (2), 2007

**Cuadro 2.** Distribución de los taxones en los niveles fosilíferos identificados en la Formación El Freno. **A**, cerro Las Chilcas (LCH 1); **B**, flanco oriental del anticlinal de El Cholo (ECH nivel 1); **C**, Flanco oriental del anticlinal de El Cholo (ECH nivel 2); **D**, flanco oriental del anticlinal de El Cholo (ECH nivel 3); **E**, cerro La Brea (*sensu* Artabe *et al.*, 2005) / *taxa distribution in the fossiliferous levels identified in the El Freno Formation.*

	A	B	C	D	E
<i>Equisetites</i> sp.		X			X
<i>Rienitsia colliveri</i> Herbst					X
<i>Marattia münsteri</i> (Goeppert) Zeiller	X				X
<i>Cladophlebis antarctica</i> Nathorst					X
<i>C. mendozaensis</i> (Geinitz) Frenguelli		X	X		
<i>C. oblonga</i> Halle					X
<i>C. ugartei</i> Herbst	X				X
<i>Dictyophyllum atuelense</i> Herbst		X			X
<i>Archangelskya proto-loxoma</i> (Kurtz) Herbst		X			X
<i>Scleropteris vincei</i> Herbst					X
<i>Dejerseya lobata</i> (Jones y de Jersey) Herbst		X			
<i>Sagenopteris</i> sp. cf. <i>S. rhoifolia</i> Presl	X				
<i>Kurtziana brandmayri</i> Frenguelli		X			
<i>Ptilophyllum acutifolium</i> Morris					X
<i>Otozamites bechei</i> Brongniart		X			X
<i>O. hislopi</i> (Oldham) Feistmantel	X		X	X	X
<i>Williamsonia</i> sp.					X
<i>Taeniopteris</i> sp. b Herbst	X				X
<i>Elatocladus conferta</i> (Oldham y Morris) Halle		X			X

Orden EQUISETALES *sensu* Boureau 1964  
Familia EQUISETACEAE *sensu* Boureau 1964

Género *Equisetites* Sternberg 1833

**Especie tipo.** *Equisetites münsteri* Sternberg 1833.

*Equisetites* sp.

Figura 6.A

**Descripción.** Fragmento de tallo articulado de 3,00 cm de largo y 1,1 cm de ancho, con entrenudos de aproximadamente 1 cm. Hojas reducidas y fusionadas a nivel del nudo y libres en su parte distal. Las vainas foliares miden 1,2 cm de largo, mientras que el sector distal libre de las hojas tiene 0,2 cm, el ancho de las mismas es de 0,1 cm. Se cuentan entre 9 a 10 hojas por cm.

**Material estudiado.** ECH 1: LPPB 13540, 13541, 13542.

**Comentarios.** Se asignaron a *Equisetites* aquellas formas articuladas con caracteres megascópicos semejantes a los del género *Equisetum*. En este sentido los tallos encontrados presentan hojas fusionadas en la base conformando vainas adpresas a nivel del nudo y libres en la zona distal. Lo fragmentario del material impide una asignación específica confiable.

AMEGHINIANA 44 (2), 2007

En el Jurásico Inferior se han citado dos especies con distribución geográfica muy acotada: *E. frenguelli* Orlando (1946), descrita para Piedra Pintada y *E. patagonica* Herbst (1965) registrada en Roca Blanca, mientras que, en el Triásico, *E. fertilis* Frenguelli (1944a) presenta una amplia distribución en las secuencias continentales de la Argentina (cf. Zamuner *et al.*, 2001). De las especies reconocidas, el taxón más afín es *E. frenguelli*, especie basada también en material fragmentario y en escasos caracteres diagnósticos.

Clase FILICOPSIDA *sensu* Stewart y Rothwell 1993

Orden MARATTIALES *sensu* Boureau 1970

Familia MARATTIACEAE Boureau 1970

Género *Marattia* Swartz 1788 (en Boureau 1970)

**Especie tipo.** *Marattia anglica* (Thomas) Harris 1961.

*Marattia münsteri* (Goeppert) Zeiller 1903

Figura 6.E

**Material estudiado.** LCH 1: LPPB 13577, 13578.

**Material revisado.** LCH 1: colección Borrello LPPB 716, 717a.

**Comentarios.** Ejemplares de *Marattia münsteri* fueron descritos por Artabe *et al.* (2005) para la Formación El Freno, aflorante en el cerro La Brea, nuestros ejemplares son comparables con dicho material.

Orden FILICALES *sensu* Stewart y Rothwell 1993

Familia OSMUNDACEAE *sensu* Stewart y

Rothwell 1993

Género *Cladophlebis* Brogniart *emend.*

Frenguelli 1947

**Especie tipo.** *Cladophlebis albertsii* (Dunker) Brongniart 1849.

*Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz)

Frenguelli 1947

Figura 6.B

**Descripción.** Fragmentos de frondes bipinnadas; se observan sectores de pinnas de hasta 4 cm de largo por 1,5 cm de ancho. Las pínulas miden 1,4 cm de largo por 0,6 cm de ancho, son de forma falcada, con márgenes lobulados a crenulados y ápice agudo a redondeado. Se insertan en el raquis por su ancho máximo, con un ángulo de aproximadamente 70°, en forma alterna o subopuesta. La vena media bien marcada, levemente decurrente en la base, alcanza el tercio distal de la pínula resolviéndose en sucesivas dicotomías. Las venas laterales se bifurcan dos veces, la primera bifurcación próxima a la vena media y luego en el tercio distal, por lo que cada ve-

na se resuelve en cuatro venillas, que corresponden a un lóbulo.

**Material estudiado.** ECH 1: LPPB 13543 a/b; ECH 2: LPPB 13544, 13545, 13546, 13547, 13548, 13549.

**Comentarios.** No obstante la gran variabilidad de esta especie, es característica la presencia de pínulas alternas, con el margen suavemente ondulado y la consecuente doble bifurcación de las venas laterales, correspondiéndose el juego de cuatro venillas por cada lóbulo. Estos atributos distinguen a este taxón de las formas más afines, *C. mesozoica* Kurtz ex Frenguelli, y *C. kurtzi* Frenguelli. Esta especie tiene amplia distribución en secuencias del Triásico Medio y Superior de la Argentina (cf. Zamuner *et al.*, 2001), mientras que en el Jurásico Inferior su registro está restringido a la Formación Nestares (Arrondo *et al.*, 1991).

*Cladophlebis ugartei* Herbst 1964a  
Figura 6.C

**Material revisado.** LCH 1: colección Borrello LPPB 716, 717c.

**Comentarios.** Véase Herbst (1964a) y Artabe *et al.*, (2005).

Familia DIPTERIDACEAE Seward y Dale 1901

Género *Dictyophyllum* (Lindley y Hutton) Webb 1982

Subgénero *Dictyophyllum* (*Dictyophyllum*)  
Herbst 1991

**Especie tipo.** *D. rugosum* Lindley y Hutton 1834.

*Dictyophyllum* (*D.*) *atuelense* Herbst 1964a  
Figura 6.D

**Material estudiado.** ECH 1: colección Borrello LPPB 13579.

**Comentarios.** Ejemplares de *Dictyophyllum* (*D.*) *atuelense* fueron descritos por Artabe *et al.* (2005) para la Formación El Freno, aflorante en el cerro La Brea; nuestros ejemplares son comparables con dicho material.

Aunque esta especie está basada en material fragmentario (Herbst, 1964a), fue asignada al género *Dictyophyllum*, subgénero *Dictyophyllum* (Herbst, 1991). Los hallazgos posteriores de este taxón en Argentina y Península Antártica corresponden también a pinnas aisladas (Morel *et al.*, 1994; Artabe *et al.*, 2005). Una postura diferente asumen Rees (1993), Rees y Cleal (2004) quienes describen frondes completas de Dipteridaceae que asignan a una

nueva especie, *Goeppertella jeffersonii* Rees 1993. Este taxón presenta pinnas con caracteres muy semejantes a los de *D. (D.) atuelense*, y es por eso que este autor sinonimiza el material de Bahía Botánica descrito por Morel *et al.* (1994). En este sentido sería importante certificar con el hallazgo de nuevo material si las formas de la Argentina corresponden al mismo taxón.

Clase GYMNOSPERMOPSIDA *sensu* Stewart y Rothwell 1993

Pteridosperma *Incertae Sedis*

Género *Dejerseya* Herbst 1977

**Especie tipo.** *Dejerseya lobata* (Jones y de Jersey) Herbst 1977.

*Dejerseya lobata* (Jones y de Jersey) Herbst 1977  
Figura 6.F

**Descripción.** Fragmentos de pinnas lineares de 3,5 cm de largo y 1 cm de ancho, de márgenes lobulados y ápice obtuso a redondeado. Los lóbulos presentan mayor notoriedad en la zona inferior y hasta 2/3 del largo de las pinnas; el sector apical no presenta lóbulos. Vena media longitudinalmente estriada, mide en la base 0,1 cm y disminuye su ancho hacia el ápice. Las venas laterales no se observan con claridad, nacen de la vena media y presentan por lo general dos dicotomías sucesivas.

**Material estudiado.** ECH 1: LPPB 13550, 13551, 13552, 13553, 13554.

**Comentarios.** Originalmente la especie fue caracterizada por Jones y de Jersey (1947) como *Rienitsia lobata* sobre fragmentos de frondes. Posteriormente Herbst (1977) instituye el género *Dejerseya*, y caracteriza a *D. lobata* de acuerdo a la diagnosis de Jones y de Jersey (1947). Gnaedinger y Herbst (1998) confirman el carácter de frondes pinnadas al contar con ejemplares más completos. Anderson y Anderson (2003) incluyen a *Dejerseya* como un género *incertae sedis* en el Orden Matattiellales. Los materiales aquí estudiados, si bien son fragmentarios, responden claramente a la morfología de la especie. Este taxón tiene un registro gondwánico y restringido al Triásico (cf. Gnaedinger y Herbst, 1998; Anderson y Anderson, 2003), por lo que ésta es la primera referencia del mismo en secuencias del Jurásico Inferior de la Argentina.

Género *Archangelskya* Herbst 1964a

**Especie tipo.** *Archangelskya proto-loxsona* (Kurtz) Herbst 1964a.

AMEGHINIANA 44 (2), 2007

*Archangelskya proto-loxsoma* (Kurtz) Herbst 1964a  
Figura 6.H

**Material estudiado.** ECH 1: LPPB 13580, 13581, 13582, 13583, 13576.

**Comentarios.** El material es semejante al hallado en La Formación El Freno, expuesta en el cerro La Brea por Artabe *et al.* (2005).

Orden CAYTONIALES *sensu* Stewart y  
Rothwell 1993  
Familia CAYTONIACEAE Thomas 1925

Género *Sagenopteris* Presl en Sternberg *emend.*  
Rees 1993

**Especie tipo.** *Sagenopteris acuminata* Presl, designado por Cleal y Rees (2003).

*Sagenopteris* sp. cf. *S. rhoifolia* Presl *emend.* Rees  
1993  
Figura 7.D

**Material revisado.** LCH 1: colección Borrello LPPB: 717b.

**Comentarios.** Importa aclarar que Rees y Cleal, (2004) incluyen, con interrogante, a los ejemplares de Herbst (1964a) en la lista sinonímica de *Sagenopteris nilssoniana* (Brongniart) Ward 1900.

Orden CYCADALES Dumortier 1829

Género *Kurtziana* Frenguelli *emend.* Petriella y  
Arrondo 1982

**Especie tipo.** *Kurtziana cacheutensis* (Kurtz) Frenguelli 1942.

*Kurtziana brandmayri* Frenguelli 1944b  
Figura 6.G

**Descripción.** Hojas monopinnadas, lanceoladas, imparipinadas de hasta 9 cm de largo por 3 cm de ancho. El raquis primario es robusto de 0,2 cm de grosor, recorrido por finas estrías longitudinales. Las pinnas son elíptico-oblongas, y presentan un solapamiento entre pinnas contiguas; las de la zona distal miden 1,2 cm de largo por 0,6 cm de ancho y las de la zona media 1,7 cm de longitud por 0,7 cm de ancho. Se insertan casi perpendicularmente al raquis por encima del mismo por la parte central de la

base que es simétrica y ligeramente cordada. Los márgenes laterales son enteros, subparalelos y se resuelven en un ápice obtuso redondeado. La vena media alcanza el tercio distal de la pinna y se resuelve en varias ramas. De la vena media nacen venas laterales con recorrido suavemente arqueado bifurcándose generalmente una vez muy cerca de su nacimiento y en algunos casos en el tercio medio superior de la misma.

**Material estudiado.** ECH 1: LPPB 13555, 13556, 13557, 13558, 13559, 13560, 13561, 13562, 13563, 13564, 13565, 13566, 13567, 13568, 13569, 13570, 13576.

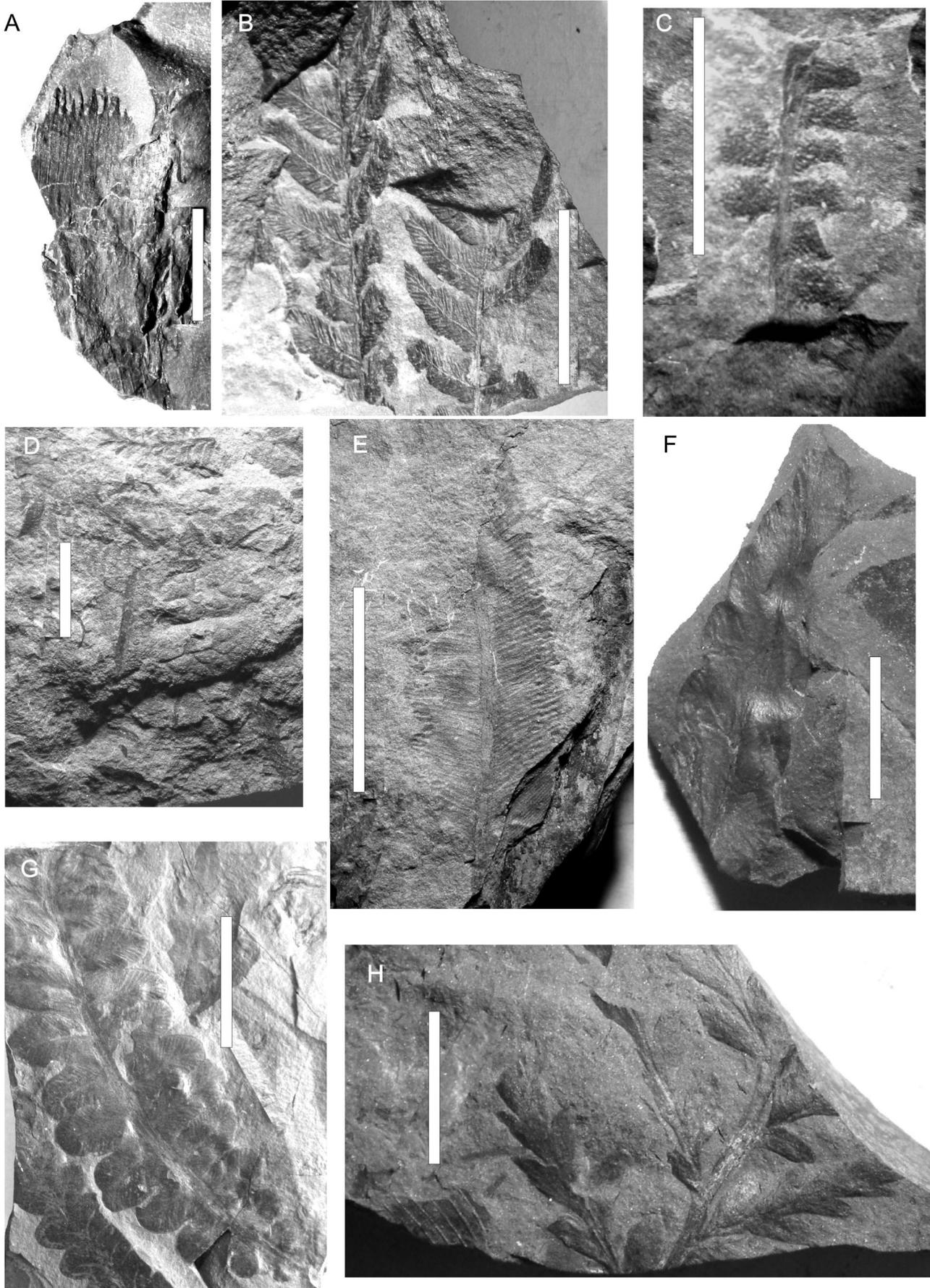
**Comentarios.** En la Argentina el género *Kurtziana* está representado por dos especies *K. brandmayri* y *K. cacheutensis* las que se diferencian porque la primera posee frondes de mayor tamaño, raquis robusto, pinnas sésiles, densas, a veces imbricadas, distribuidas sobre la superficie del raquis, en cambio *K. cacheutensis* tiene frondes más pequeñas, con pinnas subpecioladas o pecioladas, insertas a los lados del raquis, sin superposición de las mismas. Herbst y Gnaedinger (2002) utilizan el género *Kurtziana* para designar frondes sin cutícula y segregan a las formas con cutícula en un nuevo taxón *Alicurana*. Anderson y Anderson (2003) incluyen en *Kurtziana* a formas asignables a *Pachydermophyllum* Thomas y Bose, y reconocen para Sudáfrica 16 especies aún no formalmente descritas. A su vez, estos últimos autores asignan a *Kurtziana* (= *Pachydermophyllum*) al Orden Matatiellales por haber encontrado hojas en asociación estrecha con estructuras reproductivas femeninas (*Matatiella*). Teniendo en cuenta que existen diferencias morfológicas entre *Kurtziana* y *Pachydermophyllum*, se los considera en este trabajo como entidades genéricas diferentes. Asimismo y, sobre la base del estudio cuticular de *K. brandmayri* (Artabe *et al.*, 1991), se incluye al género en las Cycadales. *K. brandmayri* tiene una distribución que abarca desde el Triásico (Zamuner *et al.*, 2001; Herbst y Gnaedinger, 2002) hasta el Jurásico Inferior (Artabe *et al.*, 1991).

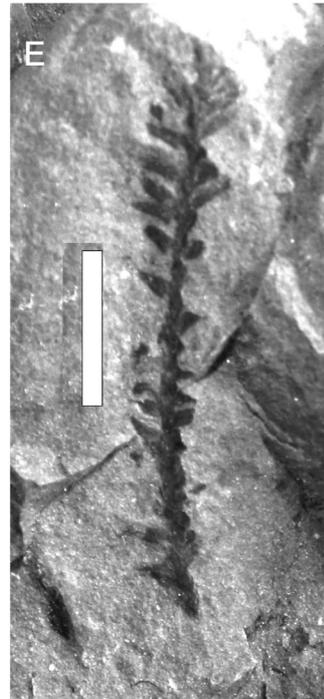
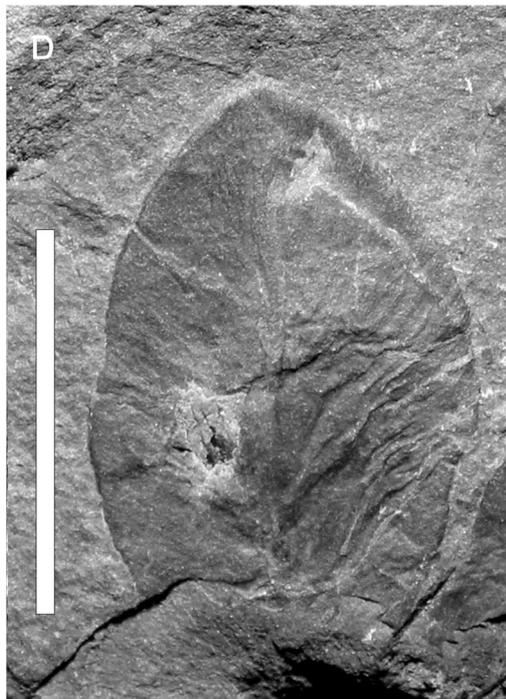
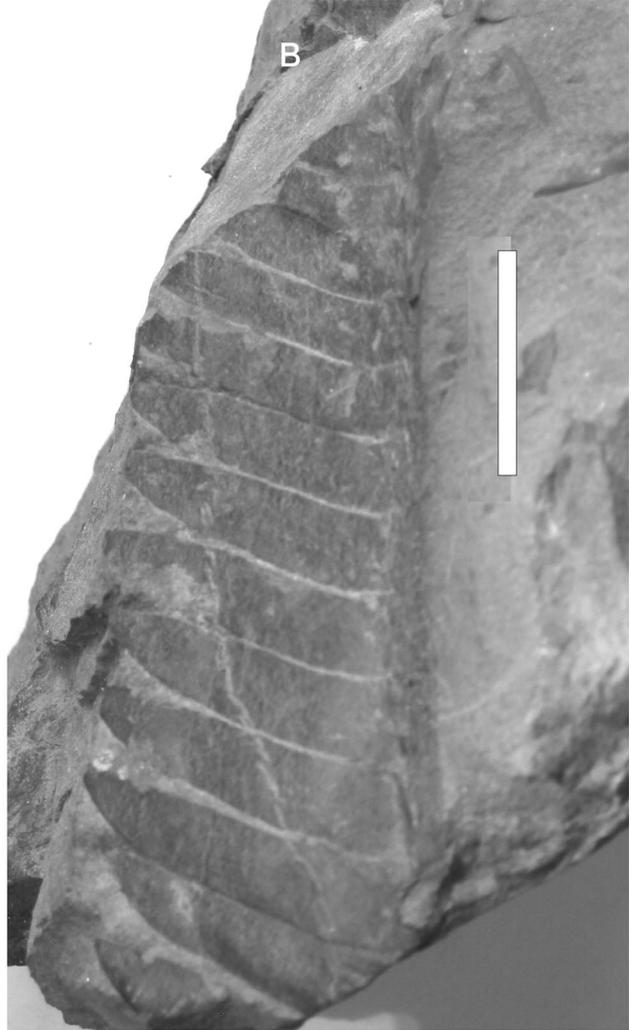
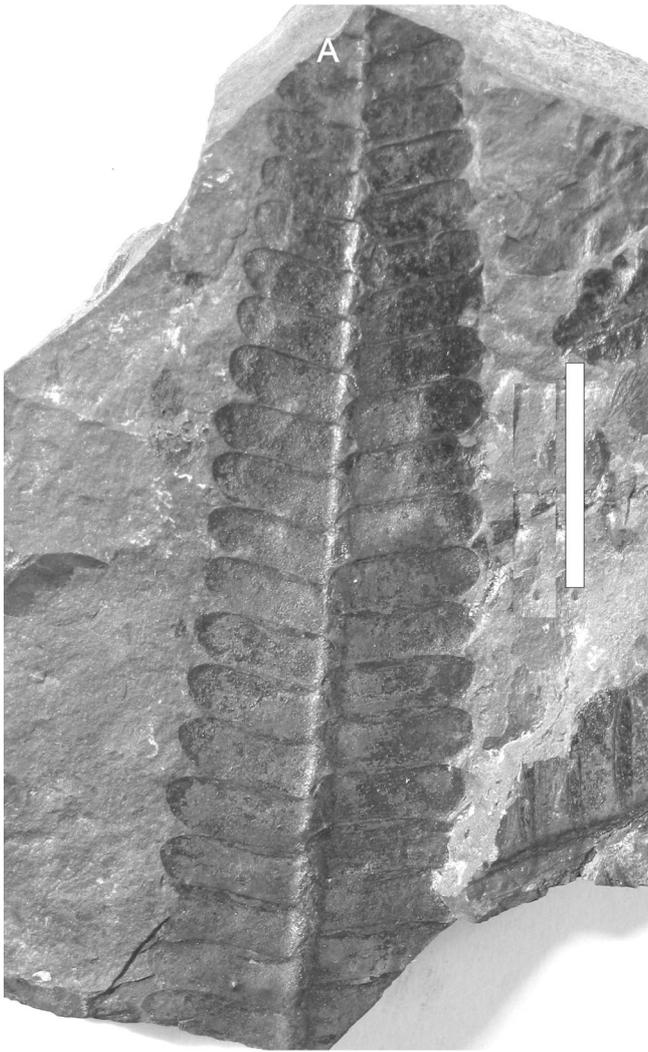
Orden CYCADEOIDEALES *sensu* Stewart y Rothwell  
1993

Género *Otozamites* Braun en Münster 1843

**Especie tipo.** *Filicites bechei* Brongniart 1825 o *Filicites bucklandii* Brongniart 1825 (*sensu* Harris 1969).

**Figura 6.** A, *Equisetites* sp. LPPB 13541 escala / scale = 1 cm; B, *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli LPPB 13545 escala / scale = 2 cm; C, *Cladophlebis ugartei* Herbst LPPB 717c escala / scale = 1 cm; D, *Dictyophyllum (D) atuelense* Herbst LPPB 13579 escala / scale = 1 cm; E, *Marattia münsteri* (Goepfert) Zeiller LPPB 13577 escala / scale = 2 cm; F, *Dejerseyia lobata* (Jones y de Jersey) Herbst LPPB 13550 escala / scale = 1 cm; G, *Kurtziana brandmayri* Frenguelli LPPB 13555 escala / scale = 2 cm; H, *Archangelskya proto-loxsoma* (Kurtz) Herbst LPPB 13583 escala / scale = 1cm.





**Cuadro 3.** Comparación entre las paleofloras de la Formación El Freno con las de otras unidades del Jurásico de la Argentina. **1.** Formación Nestares (Arrondo y Petriella, 1980); **2.** Formación Piedra del Águila (Herbst, 1966a); **3.** Formación Piedra Pintada (Herbst, 1966b); **4.** Grupo Pampa de Agnia (Herbst, 1966c); **5.** Formación Taquetrén (Bonetti, 1963; Herbst y Anzótegui, 1968); **6.** Formación La Juanita (Petriella y Arrondo, 1984); **7.** Formación Roca Blanca (Herbst, 1965); **8.** Formación La Matilde (Malacara) (Herbst y Zalazar, 1998) / *comparison between the palaeofloras of the El Freno Formation and other Jurassic palaeofloras of Argentina.* **1.** Nestares Formation (Arrondo and Petriella, 1980); **2.** Piedra del Águila Formation (Herbst, 1966a); **3.** Piedra Pintada Formation (Herbst, 1966b); **4.** Pampa de Agnia Group (Herbst, 1966c); **5.** Taquetrén Formation (Bonetti, 1963; Herbst and Anzótegui, 1968); **6.** La Juanita Formation (Petriella and Arrondo, 1984); **7.** Roca Blanca Formation (Herbst, 1965); **8.** La Matilde Formation (Malacara) (Herbst and Zalazar, 1998).

Taxones Formación El Freno	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Equisetites</i> sp.		X		X	X			X
<i>Marattia munsteri</i> (Goepfert) Zeiller		X						
<i>Cladophlebis antarctica</i> Nathorst					cf.			cf.
<i>C. mendozaensis</i> (Geinitz) Frenguelli X								
<i>C. oblonga</i> Halle		X		X				X
<i>Archangelskya proto loxsoma</i> (Kurtz) Herbst								
<i>Scleropteris vincei</i> Herbst		X		X	X		X	cf.
<i>Sagenopteris</i> sp. cf. <i>S. rhoifolia</i> Presl				X	X	X		X
<i>Kurtziana brandmayri</i> Frenguelli		X						
<i>Ptilophyllum acutifolium</i> Morris		X	X					
<i>Otozamites bechei</i> Brongniart		X	X					
<i>Otozamites hislopi</i> (Oldham) Feistmantel		X	X		X			
<i>Taeniopteris</i> sp. b Herbst		X						
<i>Elatocladus conferta</i> (Oldham y Morris) Halle		X			X	X		

***Otozamites bechei*** Brongniart 1825  
Figura 7.A

**Descripción.** Fragmentos de hojas pinnadas de hasta 10 cm de largo por 3 cm de ancho. Pinnas insertas sobre el raquis con ángulo de 75° a 80°, de 1,5 cm de largo por 0,5 cm de ancho, de base asimétrica con aurícula en el borde superior y redondeada en el inferior, márgenes paralelos que convergen en un ápice redondeado. Las venas se irradian en abanico desde la parte central de la base.

**Material estudiado.** ECH 1: LPPB 13560, 13571, 13572, 13573, 13555, 13562, 13574, 13565, 13566, 13542, 13575, 13576.

**Material revisado.** LCH 1: colección Borrello LPPB 718 c.

**Comentarios.** De acuerdo al criterio de Herbst (1966b) y de Archangelsky y Baldoni (1972), el género *Otozamites* se distingue por la presencia de una base foliar asimétrica, generalmente con margen acroscópico más desarrollado que el basiscópico, constituyendo una aurícula conspicua. Se asigna el material estudiado a *O. bechei* dada la relación de sus pinnas largo/ancho 3:1, el margen inferior levemente curvado que culmina en un ápice redondeado, se diferencia de *O. hislopi* porque este último presenta folíolos cuya relación largo/ancho es mayor y el margen inferior es marcadamente recurvado al llegar al ápice que es redondeado. En Argentina *O. bechei* está presente en el cerro La Brea (Herbst, 1964a), Formación Nestares (Arrondo y Petriella, 1980) y Piedra del Águila (Herbst, 1968).

***Otozamites hislopi*** (Oldham) Feistmantel 1876  
Figura 7.B

**Material estudiado.** ECH 2: LPPB 13584, 13585, 13586, 13587, 13588, 13589, 13590, 13591, 13592, 13593. ECH 3: LPPB 13594 al 13602a,b,c. LCH 1: LPPB 13603, 13604a/b, 13605, 13606, 13607, 13608, 13609.

**Material revisado.** LCH 1: colección Borrello LPPB 700, 716b, 717d, 718a.

**Comentarios.** *Otozamites hislopi* fue referido por Artabe *et al.* (2005) para la Formación El Freno, aflorante en el cerro La Brea, nuestros materiales son comparables a dichos ejemplares.

Cycadophytas *Incertae Sedis*

Género ***Taeniopteris*** Brongniart 1831

**Especie tipo.** *Taeniopteris vittata* Brongniart 1831.

***Taeniopteris*** sp.b *sensu* Herbst 1964a  
Figura 7.C

**Material revisado.** LCH 1: colección Borrello LPPB 718b.

**Comentarios.** Véase Herbst (1964a).

Orden CONIFERALES *sensu* Stewart y Rothwell 1993

**Figura 7. A,** *Otozamites bechei* Brongniart LPPB 13573 escala / scale = 2 cm; **B,** *Otozamites hislopi* (Oldham) Feistmantel LPPB 13593 escala / scale = 2 cm; **C,** *Taeniopteris* sp. b Herbst LPPB 718b escala / scale = 2 cm; **D,** *Sagenopteris* sp. cf. *S. rhoifolia* Presl LPPB 717b escala / scale = 2 cm; **E,** *Elatocladus conferta* (Oldham y Morris) Halle LPPB 13610 escala / scale = 1 cm.

Género *Elatocladus* Halle *emend* Harris 1979

Especie tipo. *Elatocladus heterophylla* Halle 1913.

*Elatocladus conferta* (Oldham y Morris) Halle 1913  
Figura 7.E

Material estudiado. ECH 1: LPPB 13610, 13580, 13611, 13612, 13613, 13614, 13615, 13616 a/b, 13570.

Comentarios. *Elatocladus conferta* fue descrito por Artabe *et al.*, (2005), para la Formación El Freno expuesta en el cerro La Brea; nuestros ejemplares son comparables con dicho material.

### Análisis paleobotánico

La lista florística para la Formación el Freno en el área del valle superior del río Atuel, así como su distribución en cada uno de los cuatro niveles fosilíferos hallados en el cerro Las Chilcas y flanco del anticlinal El Cholo se muestra en el cuadro 2, en el que también se consigna la paleoflora correspondiente a la Formación El Freno en el cerro La Brea (Artabe *et al.* 2005) a fin de mostrar un panorama completo del contenido paleobotánico en dicha región. La Formación El Freno está caracterizada por la presencia de un total de 19 taxones. En comparación con el listado de Artabe *et al.* (2005) para el cerro La Brea, en las localidades estudiadas se registra la presencia de tres nuevos taxones para la Formación el Freno: *Cladophlebis mendozaensis*, *Dejerseyia lobata*, y *Kurtziana brandmayri*, a los que debe agregarse *Sagenopteris* sp. cf. *S. rhoifolia* descrito por Herbst (1964a), para el cerro Las Chilcas.

El cuadro 3 muestra la relación entre el registro paleobotánico de la Formación El Freno y otras paleofloras jurásicas de la Argentina. El análisis de esta información permite interpretar que, al igual que lo que acontece con los niveles plantíferos de la Formación El Freno en el cerro La Brea (Artabe *et al.*, 2005), existe una muy estrecha relación con la paleoflora de la Formación Nestares (flanco sudoriental de la cuenca Neuquina). Sin embargo, es posible apreciar algunas diferencias en la constitución de las paleofloras de estas unidades.

El presente estudio muestra que las formaciones El Freno y Nestares comparten 10 taxones. Como la Formación El Freno posee un total de 19 taxones, comparte entonces un 52,7 % del registro paleoflorístico. Por su parte, la Formación Nestares (*sensu* Arrondo *et al.*, 1991) cuenta con 20 especies, por lo que el porcentaje de taxones en común con la Formación El Freno es de 50%.

En la Formación Nestares están representados algunos taxones de neta estirpe triásica, como

*Neocalamites carrerei* (Zeiller) Halle, *Kurtziana cacheu-tensis* (Kurtz) Frenguelli *emend.* Petriella y Arrondo, y *Podozamites elongatus* (Lindley y Hutton) Braun, no identificados en la Formación El Freno. A estos taxones se pueden adicionar otros que tienen un registro que comienza en el Triásico y son importantes constituyentes de las asociaciones liásicas como *Marattia Swartz*, *Goepfertella Ôishi* y *Yamasita emend.* Arrondo y Petriella, *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli y *Kurtziana brandmayri* Frenguelli. En síntesis, en la Formación Nestares un 35% de sus taxones están presentes en sucesiones triásicas. Vale agregar, en este sentido, que Zavattieri y Volkheimer (2003), consideran a los palinomorfos de esta unidad como la asociación más antigua del Jurásico de la Argentina.

Por su parte, en la Formación El Freno los taxones de estirpe triásica son algo menos frecuentes, ya que alcanzan el 26%. Además, si se consideran los argumentos de índole geológica, estratigráfica y la distribución de las biozonas de invertebrados en las unidades infra y suprayacentes, la Formación El Freno, y por ende la flora en ella alojada, se habría desarrollado durante el Sinemuriano (*cf.* Herbst y Stipanovic, 1996; Spalletti *et al.*, 2005).

### Conclusiones

El estudio de las asociaciones de facies y de la arquitectura bidimensional de los cuerpos sedimentarios ha permitido reconocer la existencia de sistemas fluviales de carga traccional y sistemas fluviales de carga mixta. Los primeros se componen de sucesiones multiepisódicas de conglomerados, sabulitas, areniscas conglomerádicas y areniscas gruesas y muy gruesas en estratos espesos y lenticulares. Los de carga mixta muestran por una parte litosomas lenticulares (paleocanales) constituidos por conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas, y por otra tramos dominados por sedimentación de grano fino. Estos depósitos están constituidos por dos asociaciones de facies: fangolitas producto de la decantación de suspensiones ácuas, y cuerpos de areniscas que rellenan paleocanales de crevasse y lóbulos de desbordamiento.

El análisis arquitectural de los paleocanales de los sistemas fluviales de carga mixta muestra la presencia de litosomas cordoniformes y en fajas. En el área del cerro Las Chilcas los paleocanales cordoniformes se desarrollan en el tramo inferior de la sucesión sedimentaria, y los paleocanales en fajas se identifican en el tercio superior. El sistema fluvial de carga traccional aparece hacia el tope de la unidad. Por las características del relleno, se interpreta

que en los paleocanales fluviales de carga mixta ha prevalecido el proceso de avulsión regional, en los que el abandono de los cauces parece haber estado controlado por procesos de basculamiento tectónico y de compactación diferencial de la planicie de inundación.

El desarrollo de los distintos modelos de sedimentación fluvial es atribuido a variaciones regionales y verticales en acomodación, aportes detríticos, descarga y pendiente regional. Datos no sistemáticos de orientación de estructuras direccionales sugieren aportes desde el flanco (oriental) activo del hemigraben del Atuel, con rotación de las corrientes en sentido axial, hacia el noroeste.

Desde el punto de vista paleobotánico, se han identificado niveles plantíferos en las tres secciones relevadas. Los que se ubican en la quebrada de El Cholo y en el flanco oriental del anticlinal El Cholo constituyen nuevas localidades fosilíferas para la Formación El Freno.

Se adicionan al registro plantífero de la Formación el Freno en el área del valle superior del río Atuel, tres taxones *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli, *Dejerseya lobata* (Jones y de Jersey) Herbst, y *Kurtzia brandmayri* Frenguelli.

Sobre la base del contenido paleobotánico de la Formación El Freno y de su comparación con otras asociaciones plantíferas jurásicas de la Argentina, se ha encontrado una importante similitud entre las paleofloras de la Formación El Freno y las de la Formación Nestares (Jurásico Temprano), aflorante en el sector noroccidental del Macizo Norpatagónico.

## Agradecimientos

El presente trabajo se realizó en el marco de proyectos financiados por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 07-08451 y 07-08467) y la Universidad Nacional de La Plata (N 385 y N 412). Los autores agradecen los importantes comentarios efectuados por W. Volkheimer y un revisor anónimo, así como la tarea de edición por parte de los responsables de *Ameghiniana*.

## Bibliografía

- Alexander, J., Bridge, J.S., Leeder, M.R., Collier, R.E.L. y Gawthorpe, R.L. 1994. Holocene meander-belt evolution in an active extensional basin, southwestern Montana. *Journal of Sedimentary Research* B64: 542-559.
- Anderson, J.M. y Anderson, H.M. 2003. Headay of the Gymnosperms: systematics and biodiversity of the Late Triassic Molteno fructifications. *Strelitzia* 15: 398 pp.
- Archangelsky, S. y Baldoni, A.M. 1972. Revisión de las Bennettitales de la formación Baqueró (Cretácico Inferior). Provincia de Santa Cruz. 1. Hojas. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie) Sección Paleontología* 7: 195-265.
- Arrondo, O.G. y Petriella, B. 1980. Alicurá, una nueva localidad plantífera liásica de la provincia de Neuquén, Argentina. *Ameghiniana* 17: 200-215.
- Arrondo, O., Spalletti, L., Morel, E. y Ganuza, D. 1991. The sedimentological and paleobotanical characteristics of an Upper Triassic-Lower Liassic basin in northwestern Patagonia (Argentina). En: H. Ulbrich y A.C. Rocha-Campos (eds.), 7° *Gondwana Symposium*. Proceedings, Instituto de Geociencias, Universidade de Sao Paulo (Sao Paulo), 714: 517-532.
- Artabe, A.E., Zamuner, A.B. y Archangelsky, S. 1991. Estudios cuticulares en Cycadópsidas fósiles. El género *Kurtzia* Frenguelli 1942. *Ameghiniana* 28: 365-374.
- Artabe, A.E., Ganuza, D.G., Spalletti, L.A., Zúñiga, A. y Morel, E.M. 2005. Revisión de la paleoflora del Cerro La Brea (Jurásico Temprano), provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 42: 429-442.
- Bonetti, M.I.R. 1963. Flórula Mesojurásica de la zona de Taquetrén (Cañadón del Zaino) Chubut. *Revista del Museo Argentino Bernardino Rivadavia, Paleontología* 1: 23-43.
- Borrello, A.V. 1949. Efectos del metamorfismo dinámico progresivo en capas de carbones liásicos, zona del Río Atuel (Mendoza). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 4: 132-151.
- Boureau, E. 1964. *Traité de Paléobotanique*. Sphenophyta Noeggerathiophyta 3. Masson et Cie., Paris, 544 pp.
- Boureau, E. 1970. *Traité de Paléobotanique*. Filicophyta. 4, Fasc. 1. Masson et Cie., Paris, pp. 1-519.
- Brongniart, A. 1825. Observations sur les végétaux fossiles renfermés dans les Grès de Hoer en Scanie. *Annales des Sciences Naturelles* 1: 200-219.
- Brongniart, A. 1831. *Histoire des végétaux fossiles*. Fortin, Masson et Cie (éd.) Paris. 1 (5-6) : 209-264.
- Brongniart, A. 1849. Tableau des genres de végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique. *Dictionnaire Universale de Histoire Naturelle* 13, 127 pp. Masson et Cie (éd.) Paris.
- Catuneanu, O. 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, Amsterdam, 375 pp.
- Cleal, J.C. y Rees, P.M. 2003. The Middle Jurassic flora from Stonesfield, Oxfordshire, UK. *Palaeontology* 46: 739-801.
- Collinson, J.D. 1986. Alluvial Sediments. En: H.G. Reading (ed.), *Sedimentary Environments and Facies*, Blackwell Science, Oxford, pp. 20-62.
- Collinson, J. 1996. Alluvial sediments. En: H. Reading (ed.), *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy* (3° ed.) Blackwell Science, Oxford, pp. 37-82.
- Condat, P., Kozłowski, E., Cruz, C. y Manceda, R. 1989. Estructura del anticlinal Cañada Ancha, Mendoza. *Boletín de Informaciones Petroleras, Tercera Época* 19: 2-14.
- Cross, T., Baker, M., Chapin, M., Clark, M., Gardner, M., Hanson, M., Lassenger, M., Little, L., McDonough, K., Sonnefeld, M., Valasek, D., Williams, M. y Witter, D. 1993. Applications of high-resolution sequence stratigraphy to reservoir analysis. En: R. Eschard y B. Doligez (eds.), *Subsurface Reservoir Characterization from Outcrop Observations*. Editions Technip, Paris, pp. 11-33.
- Cuevas Gonzalo, M. y Martinus, A. 1993. Outcrop data-base for the geological characterization of fluvial reservoirs: an example from distal fluvial fan deposits in the Loranca Basin, Spain. En: C. North y D. Proser (eds.), *Characterization of Fluvial and Aeolian Reservoirs*. Geological Society of London, Special Publication 73, London, pp. 79-94.
- Dumortier, B.Ch.J. 1829. *Analyse des Familles de Plantes: Avec l'indication des principaux genres qui s'y rattachent*. Imprimerie de J. Casterman, Tournay, 104 pp.

- Eberth, D.A. y Miall, A.D. 1991. Stratigraphy, sedimentology and evolution of a vertebrate-bearing, braided to anastomosed fluvial system, Cutler Formation (Permian-Pennsylvanian), north-central New Mexico. *Sedimentary Geology* 72: 225-252.
- Feistmantel, O. 1876. Jurassic (Oolitic) flora of Kack. *Palaontologia Indica* 11: 1 - 80.
- Frenguelli, J. 1942. Contribución al conocimiento de la flora del Gondwana superior en la Argentina IX. *Kurtziana cacheutensis* Kurtz sp. n., gen et n. comb. *Notas del Museo de La Plata, Paleontología* 7: 332-338.
- Frenguelli, J. 1944a. Contribuciones al conocimiento de la flora del Gondwana superior en la Argentina. XXIV. *Equisetites fertilis* n. comb. *Notas del Museo de La Plata, Paleontología* 9: 501-509.
- Frenguelli, J. 1944b. Contribuciones al conocimiento de la flora del Gondwana superior en la Argentina. XV. La Florula de la base de la "Serie de Cacheuta" en el Cerro de Los Baños, Mendoza. *Notas del Museo de La Plata, Paleontología* 9: 271 - 310.
- Frenguelli, J. 1947. El género *Cladophlebis* y sus representantes en la Argentina. *Anales del Museo de La Plata, Paleontología*, nueva serie 2: 1-74.
- Friend, P. 1983. Towards the field classification of alluvial architecture or sequence. En: J. Collinson y J. Lewin (eds.), *Modern and Ancient Fluvial Systems*. International Association of Sedimentologists, Special Publication 6: 345-354.
- Gerth, E. 1925. Contribuciones a la estratigrafía y paleontología de los Andes Argentinos. I. Estratigrafía y distribución de los sedimentos mesozoicos en los Andes argentinos. *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba), Actas* 9: 57-132.
- Giambiagi, L.B., Suriano, J. y Mescua, J. 2005. Extensión multiepisdódica durante el Jurásico temprano en el depocentro Atuel de la cuenca neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60: 524-534.
- Gnaedinger, S. y Herbst, R. 1998. La Flora Triásica del Grupo El Tranquilo, Provincia de Santa Cruz (Patagonia), Parte 5: Pteridophylla. *Ameghiniana* 35: 53-65.
- Groeber, P.F.C., Stipanovic, P.N. y Mingramm, A.R.G. 1953. Jurásico. En: P.F.C. Groeber (ed.), *Geografía de la República Argentina. II. Mesozoico*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA: 143-347. Buenos Aires.
- Gulisano, C.A. y Gutiérrez Pleimling, A.R. 1994. Field Guide The Jurassic of the Neuquén Basin, b) Mendoza Province. *Asociación Geológica Argentina, Serie E*, n° 3, 103 pp.
- Halle, T.G. 1913. *The Mesozoic flora of Graham Land*. Wissenschaftliche Ergebnisse er Schwedischen Sudpolar Expedition 1901-1903, Dulau y Co., Stockholm, 3: 1-115.
- Harris, T.M. 1961. *The Yorkshire Jurassic Flora. I. Thallophtya-Pteridophyta*. Trustees of the British Museum (Natural History), Oxford Alden Press. London, 212 pp.
- Harris, T.M. 1969. The Yorkshire Jurassic Flora. 3. Bennettitales. *Trustees of the British Museum (Natural History)*, Oxford Alden Press. London, 186 pp.
- Harris, T.M. 1979. The Yorkshire Jurassic Flora. 5. Coniferales. *British Museum (Natural History)*, Oxford Alden Press. London, 166 pp.
- Hastings, J. 1990. Coarse grained meander belt reservoirs, Rocky Ridge Field, North Dakota. En: J.H. Barwis, J.G. McPherson y J.R.J. Studlick (eds.), *Sandstone Petroleum Reservoirs*, Springer Verlag, Berlín, 57-84 pp.
- Herbst, R. 1964a. La flora liásica de la zona del río Atuel, Mendoza, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19: 108-131.
- Herbst, R. 1964b. Addenda a la flora liásica del río Atuel, Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19: 204-206.
- Herbst, R. 1965. La Flora fósil de la Formación Roca Blanca, Provincia de Santa Cruz, Patagonia, con consideraciones geológicas y estratigráficas. *Opera Lilloana* 12: 1-101.
- Herbst, R. 1966a. Nuevos elementos florísticos de la Formación Piedra del Águila, Neuquén, Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 8: 249-254.
- Herbst, R. 1966b. Revisión de la flora Liásica de Piedra Pintada, provincia del Neuquén, Argentina. *Revista del Museo de la Plata (nueva serie) Paleontología* 5: 27-53.
- Herbst, R. 1966c. La flora Liásica del Grupo Pampa de Agnia, Chubut, Patagonia. *Ameghiniana* 6: 337-349.
- Herbst, R. 1968. Las floras liásicas argentinas con consideraciones estratigráficas. 3° *Jornadas Geológicas Argentinas* (Buenos Aires), 1: 145-162.
- Herbst, R. 1977. Sobre Marattiales (Filicopsidae) triásicas de Argentina y Australia. Parte II. Los géneros *Danaeopsis* y *Rienitsia*. *Ameghiniana* 14: 19-32.
- Herbst, R. 1991. Propuesta de clasificación de las Dipteridaceae. En: 8° *Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 2: 69-72.
- Herbst, R. y Anzotegui, L. 1968. Nuevas plantas de la flora del Jurásico medio (Matildense) de Taquetrén, provincia de Chubut. *Ameghiniana* 5: 183-190.
- Herbst, R. y Gnaedinger, S. 2002. *Kurtziana* Frenguelli (Pteridospermae ? *incertae sedis*) y *Alicurana* nov. gen. (Cycadopsida) del Triásico y Jurásico Temprano de Argentina y Chile. *Ameghiniana* 39: 331-341.
- Herbst, R. y Stipanovic, P.N. 1996. Floras jurásicas. En P.N. Stipanovic y M. Hünicken (eds.) Revisión y actualización de la obra paleobotánica de Kurtz en la República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias (Córdoba), Actas* 11: 185-198.
- Herbst, R. y Zalazar, E.B. 1998. Revisión de la Flora Matildense del Gran Bajo de San Julián, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Facena* 14: 7-23.
- Hillebrandt, A. von. 1989. The Lower Jurassic of the Río Atuel region, Mendoza Province, Argentina. 4° *Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza): 39-43 pp.
- Hillebrandt, A. von. 1990. Der Untere Jura im Gebiet des Rio Atuel (Provinz Mendoza, Argentinien). *Neues Jahrbuch Geologie Paläontologie Abhandlungen* 181: 143-157.
- Holbrook, J. y Schumm, S.A. 1999. Geomorphic and sedimentary response of rivers to tectonic deformation: a brief review and critique of a tool for recognizing subtle epeirogenic deformation in modern and ancient settings. *Tectonophysics* 305: 287-306.
- Jaworski, E. 1926. La fauna del Lias y Dogger de la Cordillera Argentina en la parte meridional de la provincia de Mendoza. En: E. Perth (ed.), *Contribuciones a la Estratigrafía y Paleontología de los Andes Argentinos*. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba), Actas 9: 137-316.
- Jones, D.G. y de Jersey, N.J. 1947. The flora of the Ipswich Coal Measures-Morphology and Floral Succsion. *Department of Geology University of Queensland* 3, New series 3: 1-88.
- Kozłowski, E. 1992. Structural geology of the NW Neuquina Basin, Argentina. 4° *Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas* (Bogotá) 1: 1-10.
- Lanés, S. 2005. Late Triassic to Early Jurassic sedimentation in northern Neuquén Basin, Argentina: tectosedimentary evolution of the first transgression. *Geologica Acta* 3: 81-106.
- Legarreta, L., Uliana, M.A., Larrotonda, C.A. y Meconi, G.R. 1993. Approaches to nonmarine sequence stratigraphy-theoretical models and examples from Argentine basins.

- En: R. Eschard, y B. Doligez (eds.), *Subsurface Reservoir Characterization from Outcrop Observations*. Editions Technip, París, pp. 125-143.
- Lindley, J. y Hutton, W. 1834. *The fossil flora of Great Britain*. Vol. 2, James Ridgway y Sons, London, 223 pp.
- Lorenz, J.C. y Nadon, G.C. 2002. Braided-river deposits in a muddy depositional setting: the Molina Member of the Wasatch Formation (Paleogene), west-central Colorado, U.S.A. *Journal of Sedimentary Research* 72: 376-385.
- Maceda, R. y Figueroa, D. 1995. Inversion of the Mesozoic Neuquén Rift in the Malargüe Fold and Thrust Belt, Mendoza, Argentina. En: A.J. Tankard, R. Suárez Soruco y H.J. Welsink (eds.), *Petroleum Basins of South America*. *American Association of Petroleum Geologists Memoir* 62: 369-382.
- Maceda, R.E., Kozłowski, E., Cruz, C. y Condat, P. 1990. Secuencia de techo pasiva estructurada, Bardas Blancas, provincia de Mendoza, Argentina. *10º Congreso Geológico Argentino* (San Juan), Actas 2: 27-30.
- Miall, A.D. 1978. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: a summary. En: A. Miall (ed.), *Fluvial Sedimentology*. *Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir* 5: 597-604.
- Miall, A.D. 1981. Analysis of fluvial depositional systems. *American Association of Petroleum Geologists Continuous Education Course, Note Series* 20, 75 pp.
- Miall, A.D. 1988. Reservoir heterogeneities in fluvial sandstones: lessons from outcrop studies. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 72: 682-697.
- Miall, A.D. 2002. Architecture and sequence stratigraphy of Pleistocene fluvial systems in the Malay Basin, based on seismic time-slice analysis. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 86: 321-348.
- Münster, G.G. 1843. *Beiträge zur Urgeschichte der Pflanzen, Beiträge Zur Petrefactumkunde*, Bayreuth, 6: pp. 1-33.
- Morel, E. M., Artabe, A. E., Ganuza, D. G. y Brea, M. 1994. Las plantas fósiles de la Formación Monte Flora, en Bahía Botánica, Península Antártica, Argentina 1. *Dipteridaceae*. *Ameghiniana* 31: 23-31.
- Olsen, T., Steel, R., Hogseth, K., Skar, T. y Roe, S. 1995. Sequential architecture in a fluvial succession: sequence stratigraphy in the Upper Cretaceous Mesaverde Group, Price Canyon, Utah. *Journal of Sedimentary Research* B65: 265-280.
- Orlando, H.A. 1946. *Equisetites frenguelli* n. sp. del Lias de Piedra Pintada, Neuquén. *Notas del Museo de La Plata, Paleontología* 11: 269 - 282.
- Petriella, B. y Arrondo O.G. 1982. El género *Kurtzia* Frenguelli: su morfología y vinculaciones. *Ameghiniana* 19: 209-215.
- Petriella, B. y Arrondo, O.G. 1984. La tafoflorula liásica de la Estancia La Juanita, provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 21: 35-41.
- Płoszkiewicz, V. y Gorroño, R. 1988. Tectónica de inyección salina en la faja plegada y fallada del sur de Mendoza. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 3º época, 14: 29-34.
- Rajchl, M. y Ulicný, D. 2005. Depositional record of an avulsive fluvial system controlled by peat compaction (Neogene, Most Basin, Czech Republic). *Sedimentology* 52: 601-625.
- Ramos, A. y Sopena, A. 1983. Gravel bars in low sinuosity streams (Permian and Triassic, Central Spain). En: J. Collinson y J. Lewin, (eds.), *Modern and Ancient Fluvial Systems*, Special Publication International Association of Sedimentologists, 6, Oxford, pp. 301-312.
- Ramos, A., Sopena, A. y Pérez Arlucea, M. 1986. Evolution of Buntsandstein fluvial sedimentation in the northwest Iberian Ranges (Central Spain). *Journal Sedimentary Petrology* 56: 862-875.
- Rees, P.M. 1993. Caytoniales in Early Jurassic floras from Antarctica. *Geobios* 26: 33-42.
- Rees, P.M. y Cleal, J.L. 2004. Lower Jurassic floras from Hope Bay and Botany Bay, Antarctica. *Special Papers in Palaeontology* 72: 5 - 90.
- Riccardi, A.C. e Iglesia Llanos, M.P. 1999. Primer hallazgo de amonites en el Triásico de la Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54: 298-300.
- Riccardi, A.C., Damborenea, S.E., Manceñido, M.O. y Ballent, S.C. 1988. Hettangiano y Sinemuriano marinos en la Argentina. *5º Congreso Geológico Chileno* (Santiago de Chile), 2: 359-373.
- Riccardi, A.C., Damborenea, S.E., Manceñido, M.O. y Ballent, S.C. 1991. Hettangian and Sinemurian (Lower Jurassic) biostratigraphy of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 4: 159-170.
- Riccardi, A.C., Damborenea, S.E., Manceñido, M.O., Scasso, R., Lanés, S. E. e Iglesia Llanos, M.P. 1997. Primer Registro de Triásico marino fosilífero de la Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 52: 228-234.
- Rust, B. y Gibling, M. 1990. Braidplain evolution in the Pennsylvanian South Bar Formation, Sydney Basin, Nova Scotia, Canada. *Journal of Sedimentary Petrology* 60: 59-72.
- Seward, A. C. y Dale, E. 1901. On the structure and affinities of *Dipteris*, with notes on the geological history of the Dipteridinae. *Philosophical Transactions of Royal Society of London* 194: 1-187.
- Spalletti, L.A. y Barrio, C.A. 1998. Arquitectura y secuencias de los sistemas fluviales triásicos (Formación Río Blanco) en la Cuenca Cuyana, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53: 388-400.
- Spalletti, L.A., Franzese, J.R., Morel, E.M. y Artabe, A.E. 2005. Nuevo enfoque estratigráfico del Triásico - Jurásico Temprano en la región del Río Atuel, Provincia de Mendoza. *16º Congreso Geológico Argentino* (La Plata), 2: 77-82.
- Sternberg, W.P. 1833. *Versuch einer geognostischen botanischen Darstellung der flora der Vorwelt*: Leipzig and Prague, 2: 1-80.
- Stewart, W.N. y Rothwell, G.W. 1993. *Paleobotany and evolution of Plants*. Cambridge University Press, 2º ed., Cambridge, 521 pp.
- Stipanovic, P.N. 1969. El avance en los conocimientos del Jurásico argentino a partir del esquema de Groeber. *Revista Asociación Geológica Argentina* 24: 367-388.
- Stipanovic, P.N. y Bonetti, M.I.R. 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. 1 Floras Liásicas. *Ameghiniana* 7: 57-78.
- Thomas, H.H. 1925. The Caytoniales, a new group of angiospermous plants from the Jurassic rocks of Yorkshire. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Serie B*, 273: 299 - 363.
- Ugarte, T.U.V. 1955. Estudio geológico de la zona de Coihueco - Cerro de La Brea (Provincia de Mendoza). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 10: 137-177.
- Volkheimer, W. 1970. Neuere Ergebnisse der Anden-Stratigraphie von Süd-Mendoza (Argentinien) und benachbarter Gebiete und Bemerkungen zur Klimageschichte des südlichen Andenraums. *Geologische Rundschau* 59: 1088-1124.
- Volkheimer, W. 1978. Descripción geológica de la hoja 27b, Cerro Sosneado. Provincia de Mendoza. *Servicio Geológico Nacional, Boletín* 151, 80 pp.
- Ward, L.F. 1900. Status of Mesozoic floras of the United States, First paper: The older Mesozoic. *Reports of the United States Geological Survey* 20: 211-748.
- Webb, J. 1982. Triassic species of *Dictyophyllum* from Eastern Australia. *Alcheringa* 6: 79-91.

- Werren, E., Shew, R., Adams, E. y Stancliffe, R. 1990. Meander belt reservoir geology, Mid-dip Tuscaloosa, Little Creek Field, Mississippi. En: J.H. Barwis, J.G. McPherson y J.R.L. Studlick (eds.), *Sandstone Petroleum Reservoirs*, Springer Verlag, Berlin, pp. 85-108.
- Wright, V. y Marriott, S. 1993. The sequence stratigraphy of fluvial depositional systems: the role of floodplain sediment storage. *Sedimentary Geology* 86: 203-210.
- Zamuner, A.B., Zavattieri, A.M., Artabe, A.M. y Morel, E.M. 2001. Paleobotánica. En: A.E. Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (eds.), *El Sistema Triásico de la Argentina*. Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, pp. 143-184.
- Zavattieri, A.M. y Volkheimer, W. 2003. Palynostratigraphy and paleoenvironments of Early Jurassic strata (Nestares Formation) in northern Patagonia, Argentina. Part 1. Terrestrial species. *Ameghiniana* 40: 545 - 558
- Zeiller, R. 1903. *Études des gîtes minéraux de la France, flore fossile des gîtes de Charbon du Tonkin*, Etudes Gites. Paris, 320 pp.

**Recibido:** 21 de febrero de 2006.

**Aceptado:** 29 de noviembre de 2006.