

PLANTAS TRIÁSICAS Y SU RELACIÓN CON EL VOLCANISMO EN LA FORMACIÓN AGUA DE LA ZORRA, PROVINCIA DE MENDOZA, ARGENTINA



EDUARDO G. OTTONE^{1,2}, DIANA AVELLANEDA¹ Y MAGDALENA KOUKHARSKY^{1,2}

¹Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Pabellón n° 2, Ciudad Universitaria, C.P. C1428EHA, Buenos Aires, Argentina. ottone@gl.fcen.uba.ar, tallerdecortes@gl.fcen.uba.ar, mkoul@yahoo.com.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Resumen. Se recuperaron plantas fósiles de la parte superior de la Formación Agua de la Zorra, Triásico, Cuenca Cuyana, provincia de Mendoza, Argentina. La unidad representa un ambiente fluvio-lacustre afectado por volcanismo. La asociación vegetal está dominada por Corystospermales (*Dicroidium*, *Johnstonia* y *Xylopteris*), con Equisetales y Osmundales subordinadas. En los niveles plantíferos se observa además la presencia de abundante materia orgánica amorfa y escasas colonias botroidales del alga verde *Botryococcus*. A pesar que los estratos plantíferos se encuentran asociados a peperitas basálticas, el querógeno de estos niveles muestra una alteración térmica baja a moderada, evidenciando que los sedimentos del fondo no fueron mayormente disturbados por la entrada episódica de lava basáltica en el cuerpo de agua dulce.

Palabras clave: Argentina. Triásico. Plantas. Sistemática. Peperitas basálticas.

Abstract. TRIASSIC PLANTS AND THEIR RELATIONSHIPS WITH THE VOLCANISM IN THE AGUA DE LA ZORRA FORMATION, MENDOZA PROVINCE, ARGENTINA. Fossil plants were recovered from the upper levels of the Triassic Agua de la Zorra Formation, Cuyo Basin, Mendoza Province, Argentina. The formation represents a fluvio-lacustrine environment affected by volcanism. The plant assemblage is dominated by Corystospermales (*Dicroidium*, *Johnstonia* and *Xylopteris*), with subordinate Equisetales and Osmundales. Abundant amorphous organic matter, together with scarce botryoidal colonies of the green algae *Botryococcus* are also present in the plant bearing levels. Notwithstanding the fact that strata yielding fossil plants are commonly associated with basaltic peperites, the kerogen of these levels displays low to moderate thermal alteration, suggesting that the sediments of the bottom were not extensively unsettled by the episodic entrance of basaltic lava in the freshwater body.

Key words: Argentina. Triassic. Plants. Systematics. Basaltic peperites.

DURANTE el Triásico se desarrollaron importantes cuencas de *rift* en el margen occidental de la placa Sudamericana, como consecuencia de la ruptura de Pangea (Uliana *et al.*, 1989). En Argentina, estas depresiones tectónicas se encuentran mayormente en el centro-oeste del país, destacándose entre ellas la Cuenca Cuyana (Kokogian *et al.*, 1993).

En Paramillos de Uspallata, norte de la provincia de Mendoza (Fig. 1), los niveles triásicos de esta cuenca fueron referidos por Harrington (1971) al Grupo Cacheuta. Esta unidad incluye más de 1900 m de sedimentitas continentales, y está integrada por cuatro formaciones concordantes entre sí. La sucesión se inicia con la Formación Paramillo, que está compuesta por lutitas, fangolitas, areniscas, margas y tobas con intercalaciones de filones-capas y filones-mantos de basaltos y diabasas, y es portadora de conchóstracos, escamas de peces y restos vegetales, entre los que se destaca la presencia de troncos de gimnospermas en posición de vida. Por encima se encuentra la Formación Agua de la Zorra, que está caracterizada por la alternancia de lutitas, pelitas margo-

sas y bituminosas con abundantes conchóstracos e improntas vegetales, areniscas tobáceas con restos de plantas fósiles, tufitas e intercalaciones basálticas en partes ramificadas entre las sedimentitas. Suprayaciendo a esta unidad están las areniscas tobáceas con intercalaciones de tobas, arcosas grises gruesas hasta conglomeráticas y lutitas margosas de la Formación Portezuelo Bayo. La sucesión culmina con areniscas portadoras de grandes troncos de gimnospermas y conglomerados con una intercalación básica de la Formación Los Colorados.

En esta contribución se presenta una taoflora recuperada de los niveles superiores de la Formación Agua de la Zorra. Se ilustra también parcialmente el contenido palinológico de los niveles plantíferos. Se intenta determinar además la relación existente entre los niveles florísticos y las intercalaciones de basaltos.

MARCO GEOLÓGICO

Strelkov y Álvarez (1984), Cortés *et al.* (1997) y Stipanovic y Zavattieri (2002), entre otros, consideraron que

el Grupo Cacheuta *sensu* Harrington (1971) sería en líneas generales equivalente al Grupo Uspallata, por lo tanto correlacionando la columna triásica de la zona de Paramillos de Uspallata con los afloramientos del clásico perfil de la región de Potrerillos-Cacheuta. Sin embargo, existen diferencias de criterio cuando se trata de establecer paralelos a nivel formacional. Es así que la Formación Agua de la Zorra ha sido considerada equivalente a los estratos de Potrerillos y Cacheuta (Groeber y Stipanovic, 1952), o a las formaciones Las Cabras (Ramos y Kay, 1991; Kokogian *et al.*, 1993), Potrerillos (Morel *et al.*, 2002b) o Cacheuta (Morel *et al.*, 2002a), o bien a la parte alta de la Formación Potrerillos y la parte baja de la Formación Cacheuta (Harrington, 1971; Strelkov y Álvarez, 1984; Spalletti *et al.*, 1999; Stipanovic *et al.*, 2002).

Las sedimentitas con intercalaciones basálticas de la Formación Agua de la Zorra fueron referidas a un ambiente tectónico de *rift* continental (Kokogian y Boggetti, 1987; Uliana y Biddle, 1988; Kokogian y Mansilla, 1989) y, en especial, teniendo en cuenta que sus basaltos son olivínicos

de intraplaca, toleíticos y hasta débilmente alcalinos, a la fase de *sinrift* en la evolución de esta parte de la Cuenca Cuyana (Ramos y Kay, 1991).

La Formación Agua de la Zorra fue originalmente asignada al Triásico sobre la base de su contenido florístico y sus relaciones estratigráficas (Harrington, 1971). La unidad litoestratigráfica infrayacente, la Formación Paramillo, se considera Triásico Medio tardío en función de su contenido paleoflorístico (Brea *et al.*, 2009). Dataciones K/Ar realizadas en un filón capa basáltico emplazado en la unidad suprayacente, la Formación Portezuelo Bayo, dieron edades de 235 ± 10 Ma y 240 ± 10 Ma (Massabie, 1986; Linares, 2007), siendo la mayor la que más se acercaría al valor verdadero por tratarse de edades mínimas (Cortés *et al.*, 1997). La edad de la Formación Agua de la Zorra puede entonces considerarse Triásico Medio a Tardío. Estas edades son en líneas generales coherentes con los resultados de dataciones U-Pb SHRIMP en circones contenidos en intercalaciones de tobas en la zona de Cacheuta-Potrerillos, que señalan $243,0 \pm 4,7$ Ma para el techo de la Formación Río Mendoza, próxima a la base de la

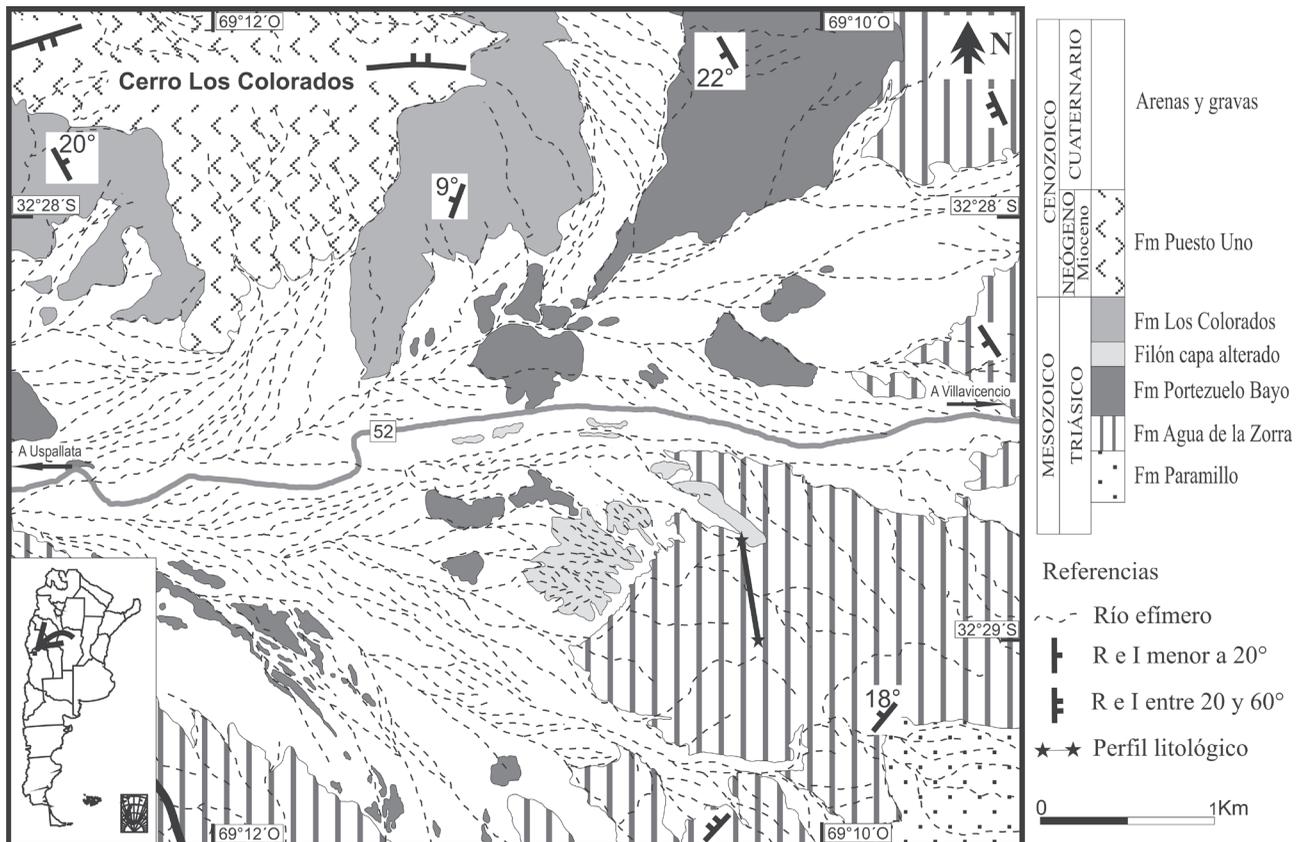


Figura 1. Mapa geológico de los afloramientos del Triásico de Paramillos de Uspallata / Geologic map of the Triassic outcrops at Paramillos de Uspallata.

Formación Las Cabras (Avila *et al.*, 2003, 2006) y de $239,2 \pm 4,5$ Ma, $239,7 \pm 2,2$ Ma y $230,3 \pm 2,3$ Ma para intercalaciones en la Formación Potrerillos (Spalletti *et al.*, 2008).

A escala regional los estratos inclinan hacia el oeste (Fig. 1). En las sedimentitas que están en contacto con basaltos se suelen encontrar estructuras semejantes a suaves plegamientos con longitudes de onda comprendidas entre 1 y 5 metros. Los niveles sedimentarios estudiados están representados por lutitas, margas, pelitas con aporte piroclástico, en algunos casos portadoras de restos fósiles, areniscas conglomerádicas y conglomerados, todos de colores claros, que corresponden a la parte alta de la Formación Agua de la Zorra (Fig. 2). Los basaltos que se disponen entre los niveles sedimentarios son afíricos en muestra de mano, en algunos casos masivos y en otros vesiculados o notablemente amigdaloides, con colores grises oscuros, verdosos o rojizos, reflejando diversos grados de alteración. Sus espesores son variados, no superando los 7 m. En ocasiones estos niveles no son continuos sino que aparecen como “lentes” decamétricas de hasta 3 m de espesor que se interpretan como los extremos de lóbulos probablemente subparalelos de lavas resultantes de la subdivisión de las coladas por encauzamiento en pequeñas depresiones en las facies distales respecto de la zona de emisión. Composicionalmente son comparables a los de la Formación Paramillo (Poma *et al.*, 2009). La Formación Agua de la Zorra se habría depositado en un ambiente fluvio-lacustre (Cortés *et al.*, 1997).

ANTECEDENTES PALEONTOLÓGICOS

Son numerosas las citas de plantas fósiles que se conocen para el Triásico de Paramillos de Uspallata (Darwin, 1839, 1846; Burmeister, 1861; Stelzner, 1873, 1885; Geinitz, 1876; Conwentz, 1885; Ave Lallemand, 1891, 1892; Stappenbeck, 1910, 1911; Kurtz, 1921; Windhausen, 1938; Groeber, 1939; Harrington, 1941, 1971; Frenguelli, 1947, 1948; Groeber y Stipanovic, 1952; Pöthe de Baldis, 1975; Massabie *et al.*, 1986; Kokogian y Boggetti, 1987; Ramos y Kay, 1991; Brea y Artabe, 1994; Brea 1995b, 1996a, b, 1998; Stipanovic *et al.*, 1996; Cortés *et al.*, 1997; Kokogian *et al.*, 1999; Spalletti *et al.*, 1999; Stipanovic, 2001, 2002; Zamuner *et al.*, 2001; Stipanovic y Morel, 2002a, b, c; Brea *et al.*, 2006; Artabe *et al.*, 2007; Herbst *et al.*, 2007), sin embargo, los trabajos con ilustraciones (Du Toit, 1927; Rusconi, 1941, 1967; Windhausen, 1941) y los

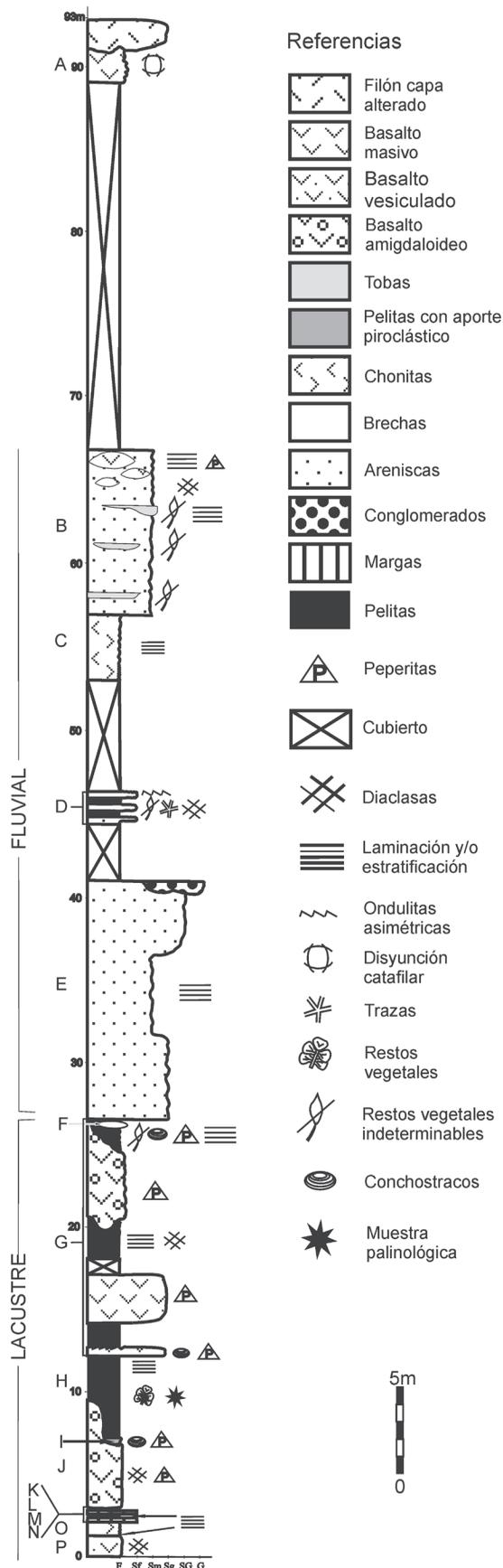


Figura 2. Sección esquemática de la Formación Agua de la Zorra hacia el sur de la Ruta Provincial N° 52, unos 4 km al este de Puesto Uno / Schematic section of the Agua de la Zorra Formation south of Provincial Highway N° 52, ca. 4 km east of Puesto Uno.

estudios detallados y sistemáticos son relativamente escasos correspondiendo fundamentalmente a la Formación Paramillo (Brea, 1995a, 1997, 2000; Artabe *et al.*, 1999; Brea y Artabe, 1999; Artabe y Brea, 2003; Brea *et al.*, 2008, 2009). Frenguelli (1947, lám. 6, fig. 5, lám. 11, figs. 6–7) describió e ilustró en Paramillos de Uspallata *Cladophlebis mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli y *C. mesozoica* Frenguelli, refiriendo los bancos portadores a los “Estratos de Potrerillos”. Stipanovic *et al.* (1996, lám. 32, figs. 18–19, lám. 33, figs. 19–20) también ilustraron *C. mendozaensis* en niveles equivalentes. Los estratos portadores de estas frondes podrían entonces pertenecer a la Formación Agua de la Zorra por lo que *C. mendozaensis* y *C. mesozoica* serían eventualmente los únicos vegetales fósiles figurados hasta el momento para esta unidad litoestratigráfica.

En el Triásico de Paramillos de Uspallata, además de las plantas, hay conchóstracos y restos de peces, que fueron originalmente descritos e ilustrados por Geinitz (1876), icnofósiles (Melchor *et al.*, 2001) y reptiles (Rusconi, 1967). En la Formación Paramillo han sido citados dientes de tiburones dulceacuícolas (Albanesi *et al.*, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se confeccionó un mapa geológico de la zona en base a fotos aéreas y satelitales (Fig. 1) tomando como referencia el oportunamente realizado por Cortés *et al.* (1997). Se llevó a cabo el levantamiento de un perfil detallado de la Formación Agua de la Zorra en afloramientos ubicados hacia sur de la ruta provincial 52, unos 4 km al este de Puesto Uno y unos km al oeste del Agua de la Zorra (32°29'09"S, 69°10'51"O) (Figs. 1, 2). La sección presenta conspicuas intercalaciones basálticas y es vecina a la oportunamente figurada por Harrington (1971, lám. 3). Las plantas fósiles estudiadas se encuentran preservados como improntas y compresiones en lutitas oscuras y pelitas tobáceas y provienen fundamentalmente de los niveles basales del perfil (Fig. 2). El material fue estudiado mediante una lupa binocular Zeiss 9901 y fotografiado con una cámara digital Sony DSC-P93A. Los especímenes figurados se encuentran depositados en la Colección Paleobotánica del Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, donde están catalogados con el acrónimo BAFC-Pb.

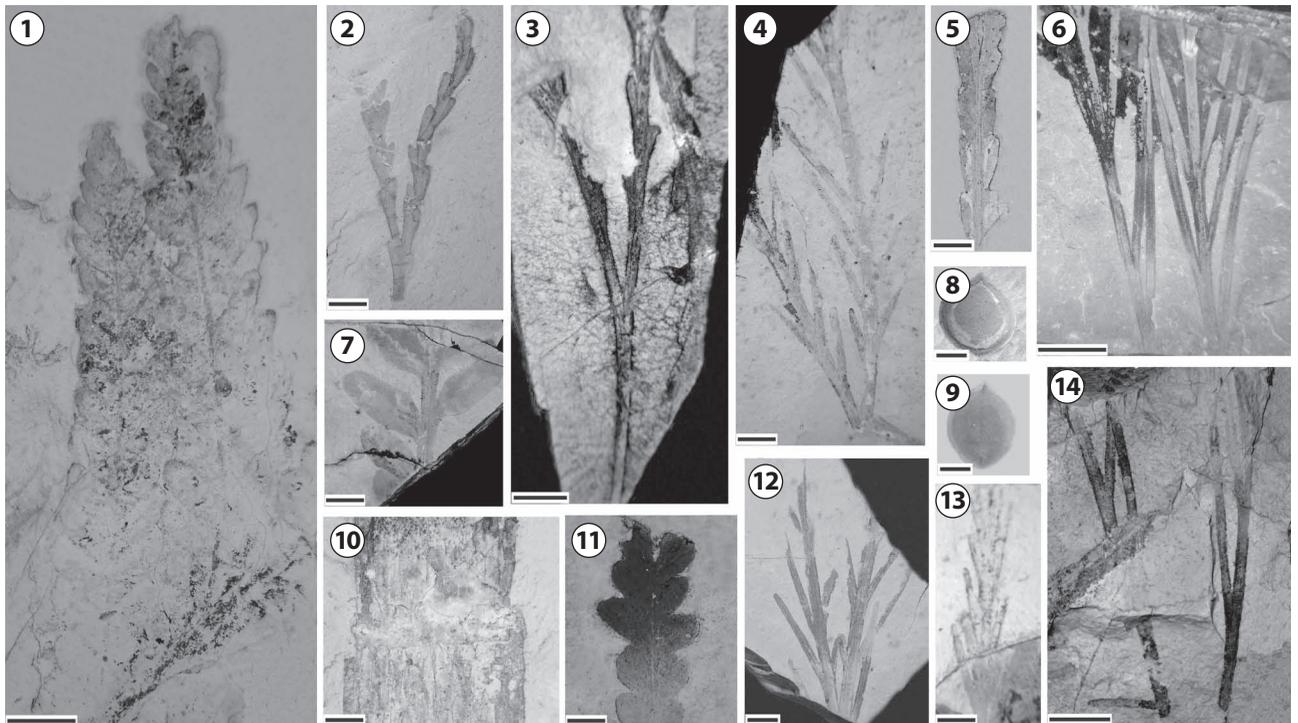


Figura 3. 1, *Cladophlebis* sp. cf. *C. mesozoica* Kurtz ex Frenguelli 1947, BAFC-Pb 17018; 2, *Dicroidium odontopteroides* var. *moltnense* Retallack 1977, BAFC-Pb 17156; 3, *Johnstonia stelzneriana* var. *stelzneriana* Frenguelli 1943, BAFC-Pb 17113; 4 y 12, *Xylopteris rigida* (Dun) Jain y Delevoryas 1967, 4, BAFC-Pb 17130, 12, BAFC-Pb 17133; 5, *Johnstonia stelzneriana* var. *serrata* Retallack 1977, BAFC-Pb 17143; 6, *Xylopteris elongata* (Carruthers) Frenguelli 1943, BAFC-Pb 17083; 7, *Dicroidium* sp. cf. *D. prolongatum* (Menéndez) Retallack 1977, BAFC-Pb 17153; 8 y 9, Óvulo-semilla platispermica / platispermic ovuleseed, 8, BAFC-PI 17055, 9, BAFC-Pb 17088; 10, *Neocalamites* sp., BAFC-Pb 17154; 11, *Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan 1912, BAFC-Pb 17165; 13, *Xylopteris densifolia* (Du Toit) Frenguelli 1943, BAFC-Pb 17004; 14, *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli 1943, BAFC-Pb 17117. La escala gráfica corresponde a 1 cm en 1, 3, 6 y 14; 0,5 cm en 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12 and 13; 0,2 cm en 8 y 9 / scale bar = 1 cm in 1, 3, 6 and 14; 0,5 cm in 4, 5, 7, 10, 11, 12 and 13; 0,2 cm in 8 and 9.

Se extrajeron tres muestras palinológicas del nivel fosilífero H (Fig. 2) que fueron luego procesadas de acuerdo a las prácticas convencionales. Los carbonatos y silicatos fueron removidos por tratamiento con HCl y HF (70%) y los residuos orgánicos, previo filtrado con una malla de 25 µm, fueron montados en gelatina-glicerina. Los especímenes se examinaron con un microscopio binocular Leitz Orthoplan, en tanto que las fotomicrografías se realizaron con una cámara digital Sony Cyber-shot DSC-P93A. Los preparados palinológicos llevan el prefijo BAFC-Pl. Los especímenes ilustrados están identificados con el número de preparado y las coordenadas de England Finder. Los preparados se encuentran alojados en el Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

E. G. Ottone es responsable del estudio paleontológico, en tanto que D. Avellaneda y M. Koukharsky lo son de la parte geológica.

ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS Y PETROLÓGICOS

La sección estudiada incluye, hacia la base, niveles de chonitas, calizas margosas con lentes pelíticos milimétricos, pelitas finamente laminadas y margas masivas. En los niveles clásticos hay restos de vegetales y conchóstracos. El tercio inferior del perfil está caracterizado por la presencia conspicua de basaltos con peperitas, término genético aplicado a rocas generadas esencialmente *in situ* por desintegración del magma, lava o flujo piroclástico caliente, intruyéndose y mezclándose con sedimentos húmedos, no consolidados, o pobremente consolidados (White *et al.*, 2000). Los basaltos peperíticos suelen ser amigdaloides o masivos y con textura afírica en cuya pasta pueden distinguirse finas microlitas de plagioclasa de entre 1 y 2 mm de largo. Siguen hacia arriba potentes bancos de arenisca gruesa a sabulítica groseramente estratificados y con litoclastos basálticos, pelitas, areniscas finas, chonitas y areniscas medianas con lentes de basalto peperítico, en gran parte cubiertas (Fig. 2).

El tercio basal del perfil sugeriría, dada la presencia de abundantes sedimentitas de grano fino y la aparición reiterada de conchóstracos, la existencia de cuerpos de agua dulce, en parte temporarios, a los que habrían confluído lóbulos basálticos de desarrollo variable. Hacia el tramo medio a superior de la sección, las sedimentitas muestran mayor tamaño de grano y, aunque la estructura interna de los bancos no pudo ser apreciada en detalle debido a lo saltuario de su exposición, evidencias tales como la presencia de litoclastos

basálticos en estas rocas sugieren la exposición de los basaltos a agentes erosivos lo que indicaría un probable origen relacionado con la acción de canales fluviales.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Se presentan observaciones y comentarios al conjunto de morfotaxones recuperados, con excepción de *Xylopteris densifolia* (Fig. 3.13) y *X. rigida* (Fig. 3.4, 12) tratados sistemáticamente en detalle en una contribución reciente (Ottone, 2006). Muchas de las formas son ampliamente conocidas en el Triásico de Argentina (Zamuner *et al.*, 2001; Morel *et al.*, 2010) y fueron eventualmente citadas para Paramillos de Uspallata. Para la clasificación supragenérica se sigue básicamente el esquema usado por Morel *et al.* (2010). Los agregados, entre paréntesis, en la clasificación de articuladas y helechos respetan la propuesta de Smith *et al.* (2006).

División TRACHEOPHYTA Sinnott *ex* Cavalier-Smith 1998

Subdivisión EUPHYLLOPHYTINA Kenrick y Crane 1977

Clase EQUISETOPSIDA (SPHENOPSIDA) Agardh 1825

Orden EQUISETALES De Candolle *ex* Brechtold y Presl 1820

Familia EQUISETACEAE Michaux *ex* De Candolle 1804

Género ***Neocalamites*** Halle 1908

Especie tipo. *Neocalamites hoerensis* (Shimper) Halle 1908

Observaciones. Para la clasificación supragenérica se tuvo especialmente en cuenta el criterio de Escapa y Cúneo (2004, 2006).

***Neocalamites* sp.**

Figura 3.10

Observaciones. Las articuladas de la Formación Agua de la Zorra se refieren a *Neocalamites* Halle 1908 por incluir restos regularmente preservados de tallos con costillas continuas en los nodos y falta aparente de vainas foliares.

Clase POLYPODIOPSIDA (FILICOPSIDA) Cronquist, Takhtajan y Zimmermann 1966

Orden OSMUNDALES Link 1833

Familia OSMUNDACEAE Martynov 1820

Género ***Cladophlebis*** Brongniart *emend.* Frenguelli 1947

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

Cladophlebis* sp. cf. *C. mesozoica Kurtz *ex* Frenguelli 1947

Figura 3.1

Observaciones. *Cladophlebis mesozoica* presenta pinnulas de margen entero a suavemente crenulado y venas laterales doblemente bifurcadas. *C. mendozaensis* (Geinitz) Frenguelli 1947 también incluye pinnulas con venas laterales doblemente bifurcadas aunque de mayor tamaño que *C. mesozoica* y márgenes claramente lobulados, en tanto que *C. kurtzii* Frenguelli 1947 muestra pinnulas de márgenes lisos y venas laterales con una única bifurcación (Frenguelli, 1947; Herbst, 1971; Brea, 2000). El material estudiado es comparable a *C. mesozoica*, sin embargo, su venación está mal preservada.

Clase GYMNOSPERMOPSIDA *sensu* Stewart y Rothwell 1993

Orden CORYSTOSPERMALES Petriella 1981

Familia CORYSTOSPERMACEAE Thomas 1933

Género **Dicroidium** Gothan *emend.* Townrow 1957

Especie tipo. *Dicroidium odontopteroides* (Morris) Gothan 1912

Dicroidium odontopteroides (Morris) Gothan 1912

Figura 3.11

Observaciones. El material incluye fragmentos de frondes con pínulas cerca de dos veces más largas que anchas (Retallack 1977, ficha 23); se separa de *Dicrodinium odontopteroides* var. *obtusifolium* Johnston 1885 por que éste presenta pínulas más anchas que largas y coalescentes hacia la base (Retallack 1977, ficha 22).

Dicroidium odontopteroides var. **moltense** Retallack 1977

Figura 3.2

Observaciones. Esta variedad incluye especímenes de raquis bifurcado con pínulas subtriangulares de base no constricta (Retallack, 1977, ficha 219).

Dicroidium sp. cf. **D. prolongatum** (Menéndez) Retallack 1977

Figura 3.7

Observaciones. El material recuperado incluye ejes fragmentarios con pinnulas elongadas de base constricta, comparables a las ilustradas por Menéndez (1951, lám. 14, figs. 4–6) y Retallack (1977, ficha 26). La asignación precisa del material se ve dificultada por la ausencia de frondes enteros y la mala preservación de la venación en los segmentos foliares.

Género **Johnstonia** Walkom 1925

Especie tipo. *Johnstonia coriacea* (Johnston) Walkom 1925

Johnstonia stelzneriana var. **serrata** Retallack 1977

Figura 3.5

Observaciones. Esta variedad incluye frondes dicótomas de márgenes ligeramente lobados y con una vena central prominente (Jones y de Jersey, 1947; Retallack, 1977, ficha 40).

Johnstonia stelzneriana var. **stelzneriana** Frenguelli 1943

Figura 3.3

Observaciones. Las formas referidas a *Johnstonia stelzneriana* var. *stelzneriana* muestran frondes dicótomas de lóbulos incisivos y elongados que conforman un ángulo agudo con el raquis (Frenguelli, 1943; Retallack, 1977, ficha 41).

Género **Xylopteris** Frenguelli *emend.* Stipanovic y Bonetti en Stipanovic *et al.* 1996

Especie tipo. *Xylopteris elongata* (Carruthers) Frenguelli 1943

Observaciones. En una reciente contribución (Ottone, 2006), se realizaron diversas observaciones a este morfogénero junto a comentarios y listas sinonímicas del material ilustrado en Argentina referible a *Xylopteris densifolia* (Fig. 3.13) y *X. rigida* (Fig. 3.4, 12), por lo que estas formas no se han de tratar sistemáticamente aquí; se procede entonces, siguiendo este criterio, con la caracterización de *X. argentina* y *X. elongata*.

Xylopteris argentina (Kurtz) Frenguelli 1943

Figura 3.14

1921. *Sphenopteris elongata* Carruthers var. *argentina* Kurtz, p. 142; lám. 16, figs. 200 (basónimo, en: Retallack 1977, ficha 45), 201, 202.

1931. *Sphenopteris elongata* Carruthers; Windhausen, lám. 19, fig. 4 solamente.

1937. *Stenopteris elongata* (Carruthers) Seward; Frenguelli, p. 90–91, lám. 5, figs. 11a, 13, lám. 6, figs. 15–17.

1951. *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli; Menéndez, 223–224; lám. 15, figs. 3–6.

1963. *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli; Bonetti, p. 128–131, lám. 19, figs. 1–6, lám. 20, figs. 1–2, lám. 21, fig. 1, lám. 22, fig. 3.

1967. *Sphenobaiera tenuifolia* (Johnston) Jain y Delevoryas, p. 579, lám. 96, figs. 6–8.

1972. *Dicroidium (Xylopteris) argentinum* (Kurtz) Arrondo, p. 161, lám. 7, fig. 3.

1991. *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli; Morel, p. 149–152, lám. 5, fig. d.

1996. *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli *emend.* Stipanovic y Bonetti en: Stipanovic *et al.*, p. 156–158, láms. 16, figs. 3–5, lám. 34, fig. 21, figs. texto 27–30.

1998. *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli; Gnaedinger y Herbst, p. 44, lám. 3, fig. c, fig. texto 11a.

2010. *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli; Morel, Artabe, Ganuza y Zúñiga, fig. 6.1

Comentarios. Se incluyen en esta morfoespecie frondes monopinnadas de raquis lineares, típicamente bifurcados, con segmentos que suelen a su vez dicotomizarse una o más veces (Kurtz, 1921; Frenguelli, 1943; Anderson y Anderson, 1983, lám. 38; Stipanovic *et al.*, 1996; Gnaedinger y Herbst, 1998).

Xylopteris elongata (Carruthers) Frenguelli 1943

Figura 3.6

1872. *Sphenopteris elongata* Carruthers, p. 355, lám. 27, fig. 1 (basónimo).
 1951. *Xylopteris elongata* (Carruthers) Frenguelli; Menéndez, p. 224–226; lám. 15, fig. 7 solamente.
 1963. *Xylopteris elongata* (Carruthers) Frenguelli var. *irregularis* Bonetti *nom. nud.*; Bonetti, p. 134–136, lám. 21, figs. 2–6.

Comentarios. Se incluyen en esta morfoespecie frondes dicotomizadas e irregularmente bipinnadas, o sea, frondes con un eje dicótomo y raquis que portan segmentos lineares simples o bifurcados, que pueden interpretarse como pinnas de desarrollo irregular (Carruthers, 1872). Si bien la clara diferenciación de *Xylopteris elongata* (frondes irregularmente bipinnadas) y *X. densifolia* (frondes básicamente monopinnadas) resulta controvertida, se mantienen ambas formas como morfotaxones separados (Ottone, 2006).

La forma referida como *X. elongata* para el Triásico de Cacheuta (Morel *et al.*, 2010, fig. 4.8) podría asignarse, de acuerdo a criterios previamente expuestos (Ottone, 2006), a *X. rigida* (Dun) Jain y Delevoryas 1967.

GYMNOSPERMOPSIDA *incertae sedis*

Óvulos/semillas platispérmicas

Figuras 3.8, 9

Comentarios. Se trata de óvulos o semillas platispérmicas de forma ovalada y sarcotesta relativamente angosta. La preservación deficiente del material impide su clasificación sistemática.

PALINOLOGÍA

La materia orgánica extraída del nivel plantífero H de la sección estudiada (Fig. 2) está ampliamente dominada por querógeno amorfo, con presencia subordinada de leño, fragmentos opacos y escasos palinomorfos. En este último grupo se destacan las colonias botroidales de la microalga dulceacuícola *Botryococcus* (Fig. 4), una forma conspicua en niveles lacustres del Triásico Medio a Superior de Argentina (Rodríguez Amenábar y Ottone, 2003; Ottone *et al.*, 2005; Ottone y Mancuso, 2006; Zavattieri y Prámparo, 2006). Las

miosporas muestran un registro sumamente saltuario, lo que sumado a la mala preservación de las mismas dificulta su asignación sistemática.

RELACIÓN ENTRE NIVELES FOSILÍFEROS Y BASALTOS

En la sección estudiada existen dos tipos principales de relaciones temporales entre las rocas epiclásticas y los basaltos. En la descripción original de la Formación Agua de la Zorra, Harrington (1971) caracterizó a los basaltos de la localidad tipo como “filones capa de diabasas olivínicas en partes ramificadas entre las sedimentitas” es decir, que los consideró intruídos con posterioridad a la depositación de los sedimentos. Esta interpretación es correcta para el caso del filón ilustrado por Harrington (1971, lám. 3), que claramente se separa en enjambres de venas centimétricas, las que a su vez se intercalan en diferentes niveles entre las sedimentitas. Este filón infrayace a la sección portadora de los fósiles vegetales estudiados en esta contribución.

Otro tipo de relación entre las rocas epiclásticas y los basaltos es la de simultaneidad entre volcanismo y sedimentación. Ésta puede ser fácilmente verificada en ambientes acuáticos donde se forman peperitas a partir de la interacción entre la lava y los sedimentos. Los basaltos y las pelitas con peperitas son entonces prácticamente coetáneos.

Las peperitas son comunes en la sección estudiada y fueron cuidadosamente observadas en la base del nivel fosilífero H (Figs. 2, 5) portador de la tafoflora ilustrada (Fig. 3). El basalto es de color verde amarillento claro y apariencia terrosa por alteración, se caracteriza por presentar un 35% de su volumen formado por amígdalas carbonáticas de color castaño oscuro de hasta 1 cm de diámetro y forma elipsoidal, y fragmentos subangulosos de pelitas pardo-oscuros de

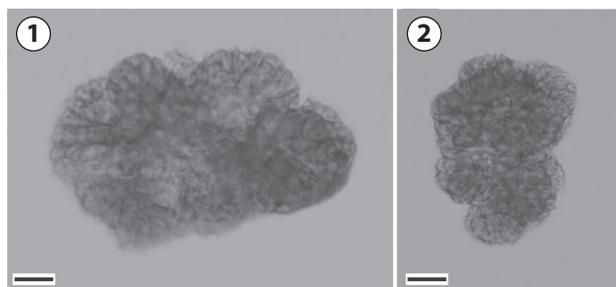


Figura 4. *Botryococcus* sp., 1, BAFC-PI 2380(1) M46/1, 2, BAFC-PI 2379(1) E57/3, colonias botroidales provenientes del nivel plantífero H, por debajo de un horizonte de peperitas (Fig. 2), mostrando una alteración térmica baja a moderada / botryoidal colonies from plant level H, below an horizon of peperites (Fig. 2), showing low to moderate thermal alteration. Escala gráfica / Scale bar = 10 μ m.

hasta 6 cms de largo. Las peperitas se reconocen a lo largo del contacto de la sedimentita con el basalto, donde las pelitas claras se tornan de color gris oscuro en una franja de entre 1 y 2 cm espesor (Fig. 5.1). Al microscopio, el basalto del contacto presenta una base afanítica oscura (anteriormente vidrio) y microlitas de labradorita suborientadas que denotan una foliación generalmente discordante respecto del contacto con la pelita. Fragmentos del basalto y trizas de su vidrio con formas cuspidadas y extremadamente frágiles que aparecen incluidos en la sedimentita (Fig. 5.2) son

interpretados como “salpicaduras” de lava de comportamiento plástico y fragmentos generados por estallidos debidos al brusco enfriamiento de la misma que se proyectaron dentro del sedimento empapado en agua. Siempre bajo el microscopio, en la sedimentita se observa una matriz predominantemente formada por un agregado extremadamente fino (felsítico) rico en cuarzo en el que pequeñas diferencias texturales se hacen notables al intercalar el analizador, posibilitando así identificar abundantes intraclastos (Fig. 5.3). Los intraclastos muchas veces tienen formas redondas y en

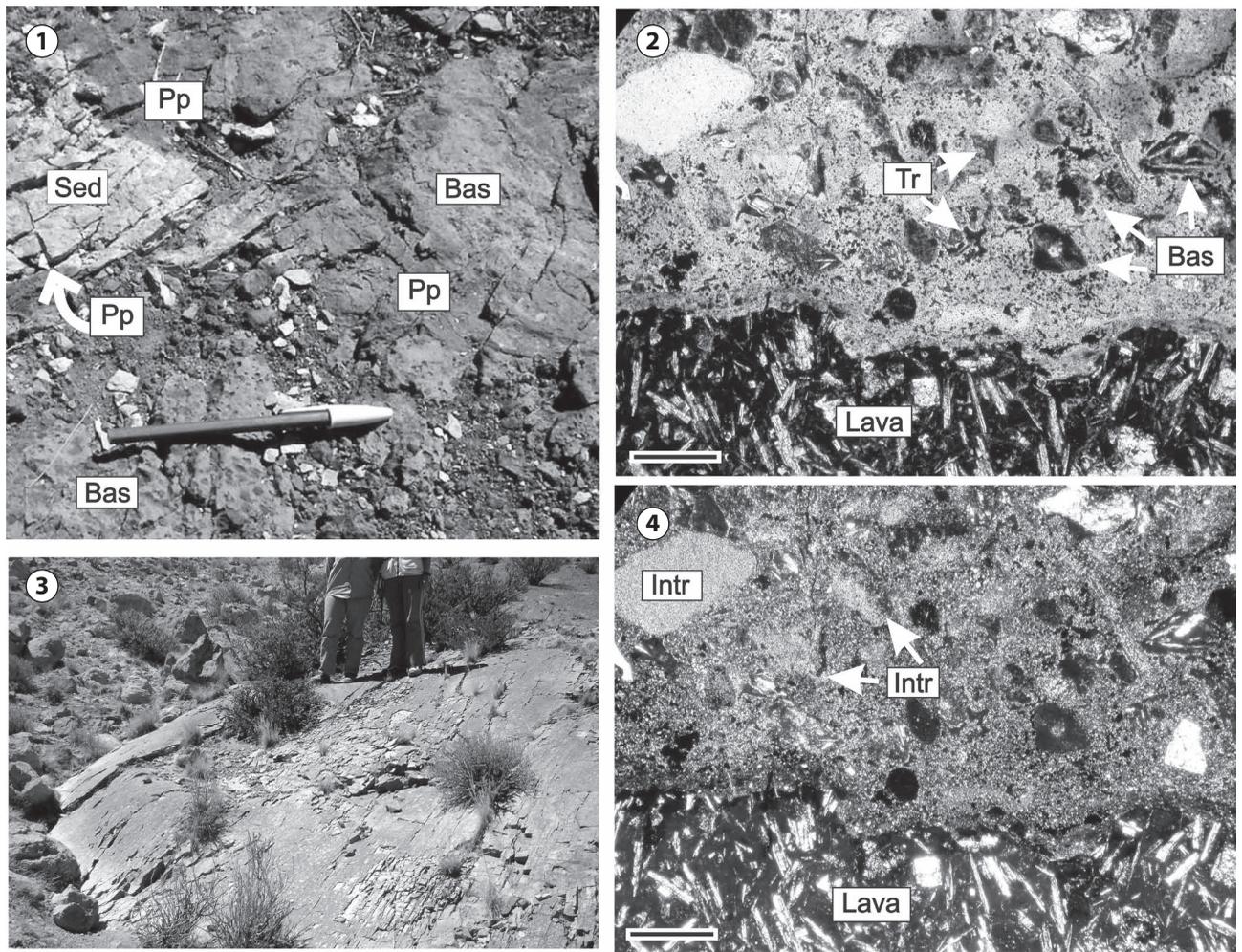


Figura 5. 1, Contacto entre pelitas blanquecinas (Sed) y basalto amigdaloidal (Bas) con desarrollo de peperitas (Pp) – el bolígrafo utilizado como referencia mide 14,5 cm / *Contact relationship between whitish colored mudstones (Sed) and amygdaloidal basalt (Bas) with development of peperites (Pp) – pen is 14.2 cm long*; **2,** Corte delgado en donde se observa un borde de la lava basáltica (Lava) con la orientación de sus microlitas de plagioclasa transversal al contacto y la pelita peperitizada en la que la flechas señalan algunos fragmentos de pasta basáltica (bas) y trizas de vidrio basáltico (Tr) / *Thin section where the basaltic lava margin (Lava) has plagioclase microlites oriented near perpendicular to the contact, in the basalt-mudstone peperite the arrows point to some basaltic matrix fragments (bas) and glassy basaltic shards (Tr)*; **3,** La misma sección que 2, pero con el analizador intercalado, lo que permite apreciar algunos intraclastos (Intr) que se interpretan como pequeñas gotas de la fracción sedimentaria fina como resultado de la fluidización del sedimento por vaporización del agua al entrar en contacto con la lava incandescente / *Same thin section as 2, but with interposed analyzer, some intraclasts (Intr) can be noticed, which are interpreted as drops of the finer sedimentary fraction that resulted from the sediments fluidization caused by the vaporization of water in contact with incandescent lava*; **4,** Deformación disarmónica del nivel fosilífero H que reflejaría suaves crestas de flujo del lóbulo de basalto subyacente / *Chaotic deformation in fossiliferous level H attributed to feeble flow wrinkles from the underlying basaltic lobe*. Escala gráfica / *Scale bar = 500 μm*.

algunos casos estructuras concéntricas que sugieren que se habrían originado a partir de gotas o burbujas del lodo fluidalizado como consecuencia de la vaporización del agua que contenía. Como cristaloclastos aparecen escasos granos de cuarzo y cristales de plagioclasa probablemente desprendidos del basalto. Es común encontrar palagonita como producto de alteración del vidrio basáltico en los fragmentos más finos. La palagonita es un material de color anaranjado-rojizo característico que se forma cuando basalto incandescente entra en contacto con agua, constituyendo por lo tanto otro criterio que avala la interacción lava-sedimento húmedo. Por otra parte, el carácter extrusivo del basalto queda explícito en tanto que en la matriz más fina del nivel conglomerádico E del perfil (Fig. 2), que se encuentra 30 m por encima de las peperitas mencionadas, participan clastos angulosos de vidrio basáltico de consistencia frágil y forma extremadamente irregular, mostrando que los basaltos estuvieron expuestos a agentes erosivos.

El nivel plantífero H presenta evidencias complementarias que lo señalan como prácticamente coetáneo con el basalto infrayacente (Figs. 2, 5), ya que, además de estar deformado, muestra leves ondulaciones disarmónicas superficiales que pueden asociarse con el desplazamiento del lóbulo basáltico y la subsecuente acomodación de los sedimentos en estado plástico, aún no diagenizados, a las suaves crestas de flujo generadas por los pulsos de emisión de la lava por debajo de la columna de agua y los sedimentos del fondo (Fig. 5.4).

El nivel H, portador de la mega- y microflora estudiada (Fig. 2), fue analizado finalmente para determinar si el lóbulo basáltico incandescente, con temperaturas *ca.* 1000°C al ingresar al cuerpo de agua y formar las peperitas, habría afectado térmicamente los restos vegetales y la materia orgánica, de origen esencialmente autóctono (algal), incluida en los sedimentos del fondo del lago. Considerando que (1) las improntas y compresiones vegetales de la Formación Agua de la Zorra (Fig. 3) parecen haberse formado en general por compactación de la pila sedimentaria en el fondo de los cuerpos de agua (Taylor *et al.*, 2009); que (2) el querógeno recuperado en estos niveles no muestra un alto grado de alteración térmica (Fig. 4); y además que (3) el oscurecimiento de las pelitas a lo largo de la superficie de contacto con el basalto indicaría que el efecto térmico alcanzó a poco más de 1 cm (Fig. 5), lo que sería esperable para cuerpos ígneos de poco volumen (Llambías, 2003), en especial cuando los sedimentos del fondo están saturados de agua, como sería este caso, resulta entonces evidente que el calor de los basaltos no alcanzó a influir significativamente en el fondo del lago

CONSIDERACIONES FINALES

La taoflora de la Formación Agua de la Zorra es relativamente abundante aunque poco diversa e incluye Equisetales (*Neocalamites* sp.), Osmundales (*Cladophlebis* sp. cf. *C. mesozoica* Kurtz *ex* Frenguelli), Corystospermales (*D. odontopteroides* (Morris) Gothan, *Dicroidium odontopteroides* var. *moltense* Retallack, *D.* sp. cf. *D. prolongatum* (Menéndez) Retallack, *Johnstonia stelzneriana* var. *serrata* Retallack, *J. stelzneriana* var. *stelzneriana* Frenguelli, *Xylopteris argentina* (Kurtz) Frenguelli, *X. densifolia* (Du Toit) Frenguelli, *X. elongata* (Carruthers) Frenguelli y *X. rigida* (Dun) Jain y Delevoryas) y óvulos/semillas platispérmicas. Los especímenes aparecen por lo general en estado bastante fragmentario y suelen encontrarse junto a abundantes conchóstracos, lo que, sumado a la presencia de niveles margosos, principalmente hacia la base del perfil (Fig. 2), indicaría el desarrollo de cuerpos de agua temporarios (Vannier *et al.*, 2003). En este ambiente habrían prosperado microalgas verdes coloniales referidas a *Botryococcus* sp.. El medio habría posibilitado la preservación de esta tafocenosis de tipo paraautóctona, principalmente dominada por formas herbáceo-arbustivas y en especial por hojas de Corystospermales, como *Dicroidium*, *Johnstonia* y *Xylopteris* (Artabe *et al.*, 2001; Zamuner *et al.*, 2001).

Las morfoespecies presentes en la Formación Agua de la Zorra muestran una amplia distribución geográfica y estratigráfica en Argentina (Artabe *et al.*, 2003), por lo que el valor bioestratigráfico de la taoflora es limitado no pudiéndose referir de modo seguro a los pisos y biozonas reconocidos en el Triásico de nuestro país (Spalletti, 1999, 2001; Spalletti *et al.*, 1999, 2003; Morel *et al.*, 2001). Sin embargo, la edad de la formación podría acotarse a partir de la antigüedad asignada a la asociación florística de la infrayacente Formación Paramillo y por la datación K/Ar de un filón capa de basalto en la Formación Portezuelo Bayo que dio valores de 235 ± 10 Ma y 240 ± 10 Ma. La falta de morfotaxones diagnósticos, a pesar de lo exhaustivo del muestreo de los niveles estudiados, podría deberse a características particulares del medio deposicional o problemas tafonómicos.

La incursión episódica de lava basáltica incandescente en el medio acuático deformó plásticamente las pelitas del fondo, pero no fue de hecho suficiente para modificar mineralógicamente la pila sedimentaria y subsecuentemente alterar térmicamente los restos orgánicos mega- y microscópicos presentes, ya que a cerca de 1 m del contacto basaltopelita (Fig. 2, nivel H) los restos florísticos y el querógeno no muestran una alteración térmica importante. Los basaltos se

habrían emplazado en la zona conformando lóbulos sucesivos de poco espesor y volumen relativo, lo que habría coadyuvado a que el calor se disipe rápidamente y los sedimentos del fondo no fueran mayormente afectados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a G.D. Holfeltz por el procesamiento palinológico de las muestras. A L.A. Spalletti y un revisor anónimo por sus constructivos comentarios sobre el artículo. A M. Brea y M. Griffin (Comité Editor) por sus correcciones y sugerencias. Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, y a la Universidad de Buenos Aires por las facilidades brindadas. El presente trabajo fue parcialmente financiado por los proyectos PIP 5120 y PIP 2479 (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas) y UBACYT X133 (Universidad de Buenos Aires, Secretaría de Ciencia y Técnica). Esta es la contribución R-05 del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

BIBLIOGRAFÍA

- Albanesi, G.L., Johns, M. y Voldman, G.G. 2009. Fresh-water shark teeth from the Triassic Paramillo Formation in the Mendoza Precordillera, Argentina. *Ameghiniana*, Suplemento Resúmenes 46: 14R.
- Anderson, J.M. y Anderson, H.M. 1983. *Palaeoflora of Southern Africa-Moleno Formation (Triassic). Volume 1. Part 1. Introduction / Part 2. Diacroidium*. Balkema, Rotterdam, 227 p.
- Arrondo, O.G. 1972. Estudio geológico y paleontológico en la zona de Estancia La Juanita y alrededores, provincia de Santa Cruz. *Revista del Museo de La Plata, nueva serie*, 7, *Paleontología* 43: 1-194.
- Artabe, A.E. y Brea, M. 2003. A new approach to Corytospermales based on Triassic permineralized stems from Argentina. *Alcheringa* 27: 209-229.
- Artabe, A.E., Morel, E.M. y Ganuza, D.G. 2007. Las floras triásicas de la Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 11: 75-86.
- Artabe, A.E., Morel, E.M. y Spalletti, L.A. 2001. Paleoeología de las floras triásicas argentinas. En: A.E. Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (Eds.), *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, p. 199-225.
- Artabe, A.E., Brea, M. y Zamuner, A.B. 1999. *Rhexoxylon brunoi* Artabe, Brea et Zamuner, sp. nov., a new Triassic corystosperm from the Paramillo de Uspallata, Mendoza, Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 105: 63-74.
- Artabe, A.E., Morel, E.M. y Spalletti, L.A. 2003. Caracterización de las provincias fitogeográficas triásicas del Gondwana extratropical. *Ameghiniana* 40: 387-405.
- Avé-Lallemant, H. 1891. Estudios mineros en la provincia de Mendoza. La parte septentrional de la Sierra de Uspallata. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba* 12: 131-176.
- Avé-Lallemant, H. 1892. Provincia de Mendoza. Observaciones sobre el mapa del departamento de Las Heras. *Anales del Museo de La Plata, Sección Geológica y Mineralógica* 1: 1-20.
- Avila, J.M., Chemale Jr., F., Kawashita, K., Armstrong, R. y Cingolani, C.A. 2003. Sm-Nd isotopic signature and U-Pb SHRIMP zircon dating of the Cacheuta Sub-basin, Cuyo Basin, NW Argentina. *4th South American Symposium on Isotope Geology* (Salvador da Bahia), *Short Papers*, p. 147-150.
- Avila, J.M., Chemale Jr., F., Mallmann, G., Kawashita, K., y Armstrong, R. 2006. Combined stratigraphic and isotopic studies of Triassic strata, Cuyo Basin, Argentine Precordillera. *Geological Society of America Bulletin* 118: 1088-1098.
- Bonetti, M.I.R. 1963. [Contribución al conocimiento de la flora fósil de Barreal, departamento de Calingasta (prov. San Juan)]. Universidad de Buenos Aires, Tesis Doctoral, Buenos Aires, 260 p. Inédito].
- Brea, M. 1995a [Estudio de la paleoflora de la secuencia triásica de Agua de la Zorra, provincia de Mendoza. Universidad Nacional de La Plata, Tesis Doctoral 642, 202 p. Inédito].
- Brea, M. 1995b. Paleoeología del Bosque Triásico de Darwin, Agua de la Zorra, provincia de Mendoza, Argentina. *2^a Reunión sobre Triásico del Cono Sur* (Bahía Blanca), *Actas*: 8-9.
- Brea, M. 1996a. Estudio sedimentológico, paleoecológico y paleobotánico de la Formación Paramillo (Triásico), Agua de la Zorra, Mendoza. *Ameghiniana* 33: 229.
- Brea, M. 1996b. Una nueva especie triásica de *Araucarioxylon* de la Formación Paramillo, Agua de la Zorra, provincia de Mendoza. *Ameghiniana* 33: 229.
- Brea, M. 1997. Una nueva especie del género *Araucarioxylon* Kraus 1870, emend. Maheshwari 1972 del Triásico de Agua de la Zorra, Uspallata, Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 34: 485-496.
- Brea, M. 1998. Un nuevo género fósil de la familia Corystospermales (Pteridospermales) del Triásico de la provincia de Mendoza, Argentina. *7^o Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía* (Bahía Blanca), *Resúmenes*: 3.
- Brea, M. 2000. Paleoflora triásica de Agua de la Zorra, Uspallata, provincia de Mendoza, Argentina: Lycophyta y Filicophyta. *Ameghiniana* 37: 199-204.
- Brea, M. y Artabe, A.E. 1994. Una nueva especie de *Neocalamostachys* Kon'no, 1962 en el Triásico de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 31: 395.
- Brea, M. y Artabe, A.E. 1999. Apocalmitaceae (Sphenophyta) triásicas de la Formación Paramillo, Agua de la Zorra, provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 36: 389-400.
- Brea, M., Artabe, A. y Spalletti, L.A. 2006. Estructura de un bosque mixto del Triásico Medio de Mendoza, Argentina. *9^o Congreso Argentino de Paleontología y Biostratigrafía* (Córdoba), *Resúmenes*: 241.
- Brea, M., Artabe, A. y Spalletti, L.A. 2008. Ecological reconstruction of a mixed Middle Triassic forest from Argentina. *Alcheringa* 32: 365-393.
- Brea, M., Artabe, A.E. y Spalletti, L.A. 2009. Darwin Forest at Agua de la Zorra: the first *in situ* forest discovered in South America by Darwin in 1835. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64: 21-31.
- Brongniart, A.T. 1849. Tableau des genres de végétaux fossiles considérés sous le point de vue de leur classification botanique et de leur distribution géologique. En: C. d'Orbigny (Ed.), *Dictionnaire Universel d'histoire Naturelle* 13, Martinet, L., Paris, p. 52-176.
- Burmeister, H. 1861. *Reise durch die La Plata-Staaten, mit besonderer Rücksicht auf die physische Beschaffenheit und den Culturzustand der Argentinischen Republik. Ausgeführt in den Jahren 1857, 1858, 1859 und 1860. Erster Band*. Schmidt, H.W., Halle, vi, 503 p.
- Carruthers, W. 1872. Notes on fossil plants from Queensland, Australia. *Proceedings of the Geological Society of London* 1872: 350-359.
- Conwentz, H. 1885. Sobre algunos árboles fósiles del Río Negro. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba* 7: 435-456.
- Cortés, J.M., González Bonorino, G. y Koukharsky, M.L. 1997. [Hoja Geológica 3369-09 Uspallata. Provincia de Mendoza. República Argentina. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:100.000. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 281, 160 p. Inédito].
- Darwin, C. 1839. *Journal of researches into the geology and natural history of the various countries visited by H. M. S. Beagle under the command of Captain Fitz Roy, R. N., from 1832 to 1836*. Henry Colburn, London, xiv, 637 p.
- Darwin, C. 1846. *Geological observations on South America. Being the third part of the geology of the voyage of the Beagle, under the command of Capt. FitzRoy, R. N. during the years 1832 to 1836*. Smith, Elder & Co., London, vii, 279 p.
- Du Toit, A.L. 1927. A geological comparison of South America with South Africa. *Carnegie Institution Publication* 381, 158 p.

- Escapa, I.H. y Cúneo, N.R. 2004. Phylogenetic analysis of the Equisetales: preliminary results. *7th International Organization of Paleobotany Conference* (San Carlos de Bariloche), *Abstracts*: 29–30.
- Escapa, I.H. y Cúneo, N.R. 2006. Primer registro de *Neocalamites* (Halle) Vladimirovich en el Pérmico de Gondwana. *Ameghiniana* 43: 85–92.
- Frenguelli, J. 1937. La flórida jurásica de Paso Flores en el Neuquén con referencias a la de Piedra Pintada y otras floras jurásicas argentinas. *Revista del Museo de La Plata, nueva serie*, 1, *Paleontología* 3: 67–108.
- Frenguelli, J. 1943. Reseña crítica de los géneros atribuidos a la "Serie de *Thinnfeldia*". *Revista del Museo de La Plata, nueva serie* 2, *Paleontología* 12: 225–342.
- Frenguelli, J. 1947. El género "*Cladophlebis*" y sus representantes en la Argentina. *Anales del Museo de La Plata, nueva serie, Paleontología: Sección B, Paleobotánica* 2, *Pteridofitas y Pteridospermas* 2: 1–74.
- Frenguelli, J. 1948. Estratigrafía y edad del llamado Rético en la Argentina. *Anales de la Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA* 8: 159–309.
- Geinitz, H.B. 1876. Ueber Rhätische Pflanzen- und Thierreste in den argentinischen Provinzen La Rioja, San Juan und Mendoza. En: A. Stelzner (Ed.), *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik. 2. Paläontologischer Theil. Palaeontographica, Supplementbände* 3, Cassel, p. 1–14.
- Gnaedinger, S. y Herbst, R. 1998. La flora triásica del Grupo El Tranquilo, provincia de Santa Cruz (Patagonia). Parte 4. Pteridospermae. *Ameghiniana* 35: 33–52.
- Gothan, W. 1912. Über die Gattung *Thinnfeldia* Ettingshausen. *Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg* 19: 67–80.
- Groeber, P. 1939. Mapa geológico de Mendoza. *Physis* 14: 171–220.
- Groeber, P. y Stipanovic, P. 1952. Triásico. En: P. Groeber (Ed.), *Geografía de la República Argentina*. Tomo II. Primera Parte, Sociedad Argentina de Estudio Geográficos GAEA, Buenos Aires, p. 13–141.
- Halle, T.G. 1908. Zur Kenntnis der Mesozoischen Equisetales Schwedens. *Kungliga Svenka Vetenskapsakademiens Handlingar* 43: 1–57.
- Harrington, H.J. 1941. Investigaciones geológicas en las Sierras de Villavencio y Mal País, provincia de Mendoza. *Dirección de Minas y Geología, Boletín* 49: 1–54.
- Harrington, H.J. 1971. Descripción Geológica de la Hoja 22c. "Ramblón" provincia de Mendoza y San Juan. Carta Geológico-Económica de la República Argentina. Escala 1: 200.000. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Boletín* 114: 1–87.
- Herbst, R. 1971. Palaeophytologia Kurtziana. III. 7. Revisión de las especies argentinas del género *Cladophlebis*. *Ameghiniana* 8: 265–281.
- Herbst, R., Brea, M., Crisafulli, A., Gnaedinger, S., Lutz, A.I. y Martínez, L.C.A. 2007. La paleoecología en la Argentina. Historia y desarrollo. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 11: 51–71.
- Jain, R.K. y Delevoryas, T. 1967. A Middle Triassic flora from the Cacheuta Formation, Minas de Petroleo, Argentina. *Palaeontology* 10: 564–589.
- Johnston, R.M. 1885. General observations regarding the classification of the Upper Palaeozoic and Mesozoic rocks of Tasmania, together with a full description of all the known Tasmanian coal plants, including a considerable number of new species. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania* 1885: 343–387.
- Jones, O.A. y de Jersey, N.J. 1947. The flora of the Ipswich Coal Measures. Morphology and floral succession. With an appendix on "Some fossil plants from Bundamba Series". *University of Queensland Papers, Department of Geology* (new series) 3: 1–88.
- Kokogian, D.A. y Boggetti, D.A. 1987. Reconocimiento de las formaciones Barrancas y Punta de las Bardas en la zona de Paramillos de Uspallata, prov. Mendoza, Argentina. *10^o Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), *Actas* 3: 131–134.
- Kokogian, D.A. y Mancilla, O.H. 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Cuyana. En: G. Chebli y L. Spalletti (Eds.) *Cuencas sedimentarias argentinas. Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 6: 169–201.
- Kokogian, D.A., Fernandez Seveso, F. y Mosquera, A. 1993. Las cuencas sedimentarias triásicas. En: V.A. Ramos (Ed.) *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. 12^o Congreso Geológico Argentino y 2^o Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), *Relatorio*, p. 65–78.
- Kokogian, D.A., Spalletti, L., Morel, E., Artabe, A., Martínez, R.N., Alcober, O.A., Milana, J.P., Zavattieri, A.M. y Papú, O.H. 1999. Los depósitos continentales triásicos. En: R. Caminos (Ed.) *Geología Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 29: 377–398.
- Milana, J.P., Zavattieri, A.M. y Papú, O.H. 1999. Los depósitos continentales triásicos. En: R. Caminos (Ed.) *Geología Argentina. Servicio Geológico Minero Argentino, Anales* 29: 377–398.
- Kurtz, F. 1921. Atlas de plantas fósiles de la República Argentina. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Actas* 7: 129–153.
- Linares, E. 2007. *Catálogo de edades radiométricas de la República Argentina años 1957–2005*. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "F" (Publicaciones en CD) 2, CD + 11 p.
- Llambías, E.J. 2003. *Geología de los cuerpos ígneos. Asociación Geológica Argentina, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 27, Buenos Aires, 182 p.
- Massabie, A.H. 1986. Filón Capa Paramillo de Uspallata, su caracterización geológica y edad, Potrerillo de Uspallata, Mendoza. *1^{er} Jornadas sobre Geología de Precordillera* (San Juan, 1985), *Actas* 1: 325–330.
- Massabie, A.H., Rapalini, A.E. y Soto, J.L. 1986. Estratigrafía del Cerro Los Colorados, Paramillo de Uspallata, Mendoza. *1^{er} Jornadas sobre Geología de Precordillera* (San Juan, 1985), *Actas* 1: 71–76.
- Melchor, R.N., Genise, J.F. y Poiré, D.G. 2001. Icnología de los depósitos continentales triásicos. En: A.E. Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (Eds.). *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, p. 185–198.
- Menéndez, C.A. 1951. La flora mesozoica de la Formación Llantenes (provincia de Mendoza). *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Ciencias Botánicas* 2: 147–261.
- Morel, E.M. 1991. [Estudio paleoflorístico y paleoambiental de la secuencia triásica en el área de Cacheuta (provincia de Mendoza)]. Universidad Nacional de La Plata, Tesis Doctoral, La Plata, 368 p. Inédito].
- Morel, E.M., Artabe, A.E., Ganuza, D.G. y Zúñiga, A. 2010. La paleoflora triásica del cerro Cacheuta, provincia de Mendoza, Argentina. Bryopsida, Sphenopsida, Filicopsida y Gymnospermopsida (Corystorpermales y Peltaspermales). *Ameghiniana* 47: 3–23.
- Morel, E.M., Artabe, A.E., Zavattieri, A.M. y Bonaparte, J.F. 2001. Cronología del Sistema Triásico. En: A.E., Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (Eds.). *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, p. 227–253.
- Morel, E.M., Stipanovic, P.N. y Zúñiga, A. 2002a. Formación Cacheuta. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 50–52.
- Morel, E.M., Stipanovic, P.N. y Zúñiga, A. 2002b. Formación Potrerillos. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 222–223.
- Ottone, E.G. 2006. Plantas triásicas del Grupo Rincón Blanco, provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 43: 477–486.
- Ottone, E.G. y Mancuso A.C. 2006. Algas Chlorococcales como indicadores paleoambientales: nuevos datos de la Formación Los Rastros, Triásico del centro-oeste de Argentina. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, nueva serie* 8: 209–220.
- Ottone, E.G., Mancuso A.C. y Resano M. 2005. Miospores and chlorococcalean algae from the Los Rastros Formation, Middle to Upper Triassic of central-western Argentina. *Ameghiniana* 42: 347–362.
- Poma, S., Litvak, V.D., Koukharsky, M., Maisonnave, E.B. y Querandelle, S. 2009. Darwin's observation in South America: what did he find at Agua de la Zorra, Mendoza province? *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 64: 13–20.
- Pöthe de Baldi, E.D. 1975. Triásico, Serie Porfirítica y Carbónico en la comarca de Cerro de la Cantera, Uspallata (Mendoza). *2^o Congreso Ibero-Americano de Geología Económica* (Buenos Aires), *Actas* 4: 7–24.

- Ramos, V.A. y Kay, S.M. 1991. Triassic rifting and associated basalts in the Cuyo basin, central Argentina. En: R.S. Harmon y C.W. Rapela (Eds.), *Andean magmatism and its tectonic setting. Geological Society of America Special Paper* 265, 79–91.
- Retallack, G.J. 1977. Reconstructing Triassic vegetation of eastern Australasia: a new approach for the biostratigraphy of Gondwanaland. *Alcheringa* 1: 247–277.
- Rodríguez Amenábar, C. y Ottone, E.G. 2003. La aplicación de *Botryococcus* (Chlorococcales) como indicador paleoambiental en el Triásico de Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 35: 25–35.
- Rusconi, C. 1941. "Bosques Petrificados" de Mendoza. *Anales de la Sociedad Científica Argentina* 132: 80–96.
- Rusconi, C. 1967. *Animales extinguidos de Mendoza y de la Argentina*. Imprenta Oficial, Mendoza, 489 p.
- Smith, A.R., Pryer, K.M., Schuettpeiz, E., Korall, P., Schneider, H. y Wolf, P.G. 2006. A classification for extant ferns. *Taxon* 55: 705–731.
- Spalletti, L.A. 1999. Cuencas triásicas del oeste argentino: origen y evolución. *Acta Geológica Hispana* 32: 29–50.
- Spalletti, L.A. 2001. Evolución de las cuencas sedimentarias. En: A.E. Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (Eds.), *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, p. 81–101.
- Spalletti, L.A., Artabe, A.E. y Morel, E.M. 2003. Geological factors and evolution of southwestern Gondwana Triassic plants. *Gondwana Research* 6: 119–134.
- Spalletti, L.A., Artabe, A.E., Morel, E.M. y Brea, M. 1999. Biozonación paleoflorística y cronoestratigrafía del Triásico Argentino. *Ameghiniana* 36: 419–451.
- Spalletti, L.A., Fanning, C.M. y Rapela, C.W. 2008. Dating the Triassic continental rift in the southern Andes: the Potrerillos Formation, Cuyo Basin, Argentina. *Geologica Acta* 6: 267–283.
- Stappenbeck, R. 1910. La Precordillera de San Juan y Mendoza. *Anales del Ministerio de Agricultura, Sección Geología, Mineralogía y Minería* 4: 1–187.
- Stappenbeck, R. 1911. Umriss des Geologischen Aufbaues der Vorkordillere zwischen den Flüssen Mendoza und Jáchal. *Geologische und Palaeontologische Abhandlungen, Neue Folge* 9: 271–414.
- Stelzner, A. 1873. Über seine Reise durch die argentinischen Provinzen San Juan und Mendoza und die Cordillere zwischen dem 31. und 33.º s. Br. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie*, Jahrgang 1873: 726–744.
- Stelzner, A. 1885. Beiträge zur Geologie der Argentinischen Republik und des Angrenzenden, zwischen dem 32. und 33.º S, gelegenen Theiles der chilenischen Cordillere. En: A. Stelzner (Ed.), *Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik. 1. Geologischer Theil. Palaeontographica, Supplementbände* 3, Cassel, 329 p.
- Stipanovic, P. 2001. Antecedentes geológicos y paleontológicos. En: A.E. Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (Eds.), *El Sistema Triásico en la Argentina*. Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, p. 1–21.
- Stipanovic, P.N. 2002. Introducción. El Triásico en la Argentina. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, "Serie B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 1–24.
- Stipanovic, P.N., Herbst, R. y Bonetti, M.I.R. 1996. Floras Triásicas. En: P.N. Stipanovic y M.A. Hünicken (Eds.), *Revisión y actualización de la obra paleobotánica de Kurtz en la República Argentina. Actas de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba* 11: 127–198.
- Stipanovic, P.N. y Morel, E.M. 2002a. Formación Los Colorados. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 179.
- Stipanovic, P.N. y Morel, E.M. 2002b. Formación Paramillo. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 221.
- Stipanovic, P.N. y Morel, E.M. 2002c. Formación Portezuelo Bayo. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 206–208.
- Stipanovic, P.N., Morel, E.M. y Zúñiga, A.E. 2002. Formación Agua de la Zorra. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 27–28.
- Stipanovic, P.N. y Zavattieri, A.M. 2002. Grupo Uspallata. En: P.N. Stipanovic y C.A. Marsicano (Eds.), *Léxico Estratigráfico de la Argentina. Volumen 8. Triásico. Asociación Geológica Argentina, Buenos Aires, Serie "B" (Didáctica y Complementaria)* 26: 290–294.
- Strelkov, E.E. y Álvarez, L.A. 1984. Análisis estratigráfico y evolutivo de la cuenca triásica mendocina-sanjuanina. 9º Congreso Geológico Argentino (San Carlos de Bariloche), *Actas* 3: 115–130.
- Taylor, T.N., Taylor, E.L. y Krings, M. 2009. *Paleobotany. The biology and evolution of fossil plants. Second Edition*. Academic Press, Burlington, 1230 p.
- Townrow, J.A. 1957. On *Dicroidium*, probably a pteridospermous leaf, and other leaves now removed from this genus. *Transactions of the Geological Society of South Africa* 60: 21–60.
- Uliana, M.A. y Biddle, K.T. 1988. Mesozoic-Cenozoic paleogeographic and geodynamic evolution of southern South America. *Revista Brasileira de Geociências* 18: 172–190.
- Uliana, M.A., Biddle, K. y Cerdan, J. 1989. Mesozoic extension and the formation of Argentine sedimentary basins. En: A.J. Tankard y H.R. Balkwill (Eds.), *Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins. American Association of Petroleum Geologists Memoir* 46: 599–613.
- Vannier, J., Thiéry, A. and Racheboeuf, P.R. 2003. Spinicaudatans and ostracods (Crustacea) from the Montceau Lagerstätte (Late Carboniferous, France): morphology and palaeoenvironmental significance. *Palaeontology* 46: 999–1030.
- Walkom, A.B. 1925. Notes on some Tasmanian Mesozoic plants. Part I. *Papers and Proceedings of the Royal Society of Tasmania* 1924: 73–89.
- White, J.D.L., McPhie, J. y Skilling, I. 2000. Peperite: a useful genetic term. *Bulletin of Volcanology* 62: 65–66.
- Windhausen, A. 1931. *Geología argentina, un libro para la enseñanza y para aficionados. Segunda parte. Geología histórica y regional del territorio argentino*. Casa Jacobo Peuser, Buenos Aires, 645 p.
- Windhausen, H. 1938. Por las huellas de los mineros del Paramillos de Uspallata. *Boletín de Informaciones Petroleras* 15: 45–59.
- Windhausen, H. 1941. [El "Rético" del Paramillo de Uspallata (Mendoza)]. Tesis Doctoral 28. Universidad Nacional de La Plata, 72 p. Inédita].
- Zamuner, A.B., Zavattieri, A.M., Artabe, A.E. y Morel, E.M. 2001. Paleobotánica. En: A.E. Artabe, E.M. Morel y A.B. Zamuner (Eds.), *El Sistema Triásico en la Argentina*. Fundación Museo de La Plata "Francisco Pascasio Moreno", La Plata, p. 143–184.
- Zavattieri A.M. y Prámparo, M.B. 2006. Freshwater algae from the Upper Triassic Cuyana Basin of Argentina: palaeoenvironmental implications. *Palaeontology* 49: 1185–1209.

doi: 10.5710/AMGH.v48i2(312)

Recibido: 18 de febrero de 2010**Aceptado:** 16 de octubre de 2010