AMEGHINIANA (Rev. Asoc. Paleontol. Argent.) - 43 (4): 687-703. Buenos Aires, 30-12-2006 ISSN 0002-7014

# El perfil del sinclinal del Rincón Blanco (noroeste de La Rioja): el límite Carbonífero-Pérmico en el noroeste argentino

Pedro Raúl GUTIÉRREZ[1] y Carlos Oscar LIMARINO[2]

**Abstract.** SINCLINAL OF RINCÓN BLANCO SECTION (NORTHWEST OF LA RIOJA: CARBONIFEROUS-PERMIAN BOUNDARY IN NORTHWEST ARGENTINA. The finding of palynological associations in the Río del Peñón Formation (Late Carboniferous-Early Permian) is addressed. The fossiliferous section is located in the northern Precordillera, more precisely at the Río Blanco area, situated to the west of Jagüe Town. The Río del Peñón Formation (1,270 m thick) is composed of three members, the lower (729 m thick) bears 21 fossilifeous levels, whereas both the middle (161 m thick) and upper members contain only 2. The lower 16 fossiliferous levels contain palynological associations referred to the *Raistrickia densa-Convolutispora muriornata* Biozone (DM, C Sub-biozone?). The rest of the palynological levels are here included in the *Pakhapites fusus-Vittatina subsaccata* Biozone (FS). Moreover, in this paper the stratigraphic relationship among the palynological associations, the megafloristic *NBG* Biozone and the marine invertebrates assemblages described by previous authors (*Tivertonia jachalensis-Streptorhynchus inaequioenatus* Biozone) are also identified. The palynological information here presented and previous radiometric ages reported not only by the underlying Punta del Agua Formation (287 and 295 Ma) but also by a riodacitic sill intercalated in the lowermost part of the Río del Peñón Formation (287,8±0,7 Ma) allow to assign the Río del Peñón Formation to the uppermost part of the Upper Carboniferous-Lower Permian. Moreover, the ages of the *NBG* and *DM* Biozones are constrained to the beginning of the Permian. Finally the Rincón Blanco section is proposed as a potential stratotype for the boundary between the DM and FS Biozones and thus for the Carboniferous-Permian boundary.

**Resumen.** Se da a conocer el hallazgo de asociaciones palinológicas en la Formación Río del Peñón, provenientes del paraje Rincón Blanco (Precordillera riojana, oeste de Jagüé). La Formación Río del Peñón (1270 m de espesor) está integrada por 3 miembros: el inferior (729 m de espesor) es portador de 21 horizontes con asociaciones palinológicas, el medio (161 m) contiene 2 y el superior, también 2. Los 16 horizontes inferiores, contienen asociaciones referidas a la Biozona *Raistrickia densa-Convolutispora muriornata* (DM, probablemente la Sub-biozona C) y el resto de los niveles a la Biozona *Pakhapites fusus-Vittatina subsaccata* (FS). En el perfil de la secuencia también son ubicadas las otras biozonas identificadas en esta unidad, tanto las megaflorísticas (Biozona NBG), como las de invertebrados marinos (Biozona de *Tivertonia jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus*). Teniendo en cuenta las edades radimétricas conocidas para la unidad infrayacente: Formación Punta del Agua (287 y 295 Ma) y para un dique riodacítico de la base de la Formación Río del Peñón (287,8±0,7 Ma), es posible referir esta unidad a la parte alta del Carbonífero Superior y al Pérmico Inferior, acotar las edades de las Biozonas NBG y DM (en especial Sub-biozona C) al inicio del Pérmico, y proponer la sección que aflora en Rincón Blanco, como un potencial estratotipo del límite entre las Biozonas DM y FS y, por lo tanto, del límite Carbonífero-Pérmico.

**Key words.** Argentina. La Rioja. Paleopalynology. Biostratigraphy. Geochronology. Carboniferous-Permian boundary.

**Palabras clave.** Argentina. La Rioja. Paleopalinología. Bioestratigrafía. Geocronología. Límite Carbonífero-Pérmico.

## Introducción

El objetivo de este trabajo es dar a conocer el hallazgo de las primeras asociaciones palinológicas en las sedimentitas neopaleozoicas aflorantes en el extremo septentrional de la Precordillera riojana, expuestas en el área de la quebrada del río Peñón, a unos 45 km al oeste de la localidad de Jagüe, norte de la provincia de La Rioja (figura 1), en el paraje conocido como Rincón Blanco.

La secuencia conforma una estructura sinclinal de rumbo aproximado norte-sur, buzando hacia el sudoeste, integrada por una sucesión volcánico-sedimentaria del Carbonífero Superior-Pérmico Inferior. La misma incluye, de base a techo, vulcanitas, brechas y areniscas referidas a la Formación Punta del Agua (Aceñolaza, 1971) y una espesa columna sedimentaria conocida como Formación Río del Peñón (Borrello 1955 *nom. subst.* González y Bossi, 1986). Esta última unidad exhibe una potencia aproximada

[1]Sección Paleopalinología, Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia", Av. Ángel Gallardo 470, 1470 Buenos Aires, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). *prgutierrez@macn.gov.ar*

[2]Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Pabellón II, Ciudad Universitaria, 1428 Buenos Aires, Argentina. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). *limar@gl.fcen.uba.ar*

©Asociación Paleontológica Argentina AMGHB2-0002-7014/06$00.00+.50

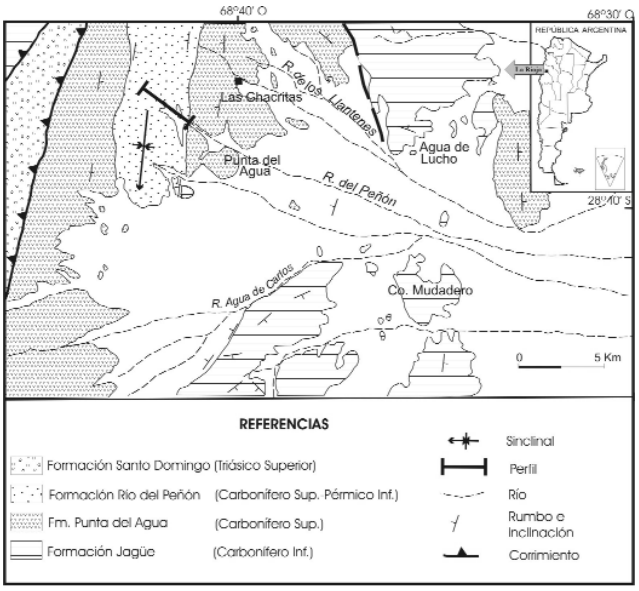



**Figura 1.** Mapa de ubicación del área de estudio modificado de Cisterna y Simanauskas (2000) / *location map of studied area modified from Cisterna y Simanauskas (2000).*

de 1200 m, y una amplia distribución areal en la Precordillera de La Rioja.

## Material y métodos

En el área tipo de la Formación Río del Peñón (quebradas del Río del Peñón y Rincón Blanco) se ha realizado un muestreo sistemático y su posterior análisis paleopalinológico, recolectando un total de 45 muestras, de las que resultaron fértiles para su estudio 25. Debido a la regular preservación del material, sólo unas 14 muestras permitieron la asignación sistemática de los palinomorfos.

Para el procesamiento palinológico se utilizaron las técnicas físico-químicas convencionales para este tipo de muestras (véase Wood *et al.*, 1996), los preparados obtenidos se encuentran depositados en la Colección Nacional de Paleopalinología de la Sección Paleobotánica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia" bajo la sigla BA Pal. Las coordenadas brindadas del material ilustrado (según la reglilla *England Finder*) corresponde a un microscopio Olympus BX-51 depositado en la Sección Palinología del MACN y las microfotografías fueron tomadas con una máquina fotográfica digital Nikon Coolpix E4500, adosada al mismo.

Para el tratamiento estadístico de las asociaciones se contaron entre 100 y 350 palinomorfos por nivel (véase Anexo I), dependiendo de la abundancia del material y su grado de preservación y para su posible afinidad botánica se tomó el criterio propuesto por Balme (1995).

## Reseña geológica

Varios han sido los investigadores que han incluido estas rocas en sus estudios. Las primeras referencias a las mismas se deben a Cuerda (1948) quien describió invertebrados fósiles provenientes de rocas calcáreas del ala occidental del sinclinal Río Blanco, que aflora en el río del Peñón. Posteriormente Borrello (1955) trató la secuencia sedimentaria en la quebrada del Río del Peñón, a la que denominó Peñoniano, donde señaló la presencia de varios niveles con invertebrados marinos neocarbonníferos.

Aceñolaza (1971), al describir la geología del área en estudio, propuso una columna integrada de base a techo por la Formación Guandacol, Andesita Punta del Agua y Formación Volcán, a la que asigna al intervalo Devónico Superior-Carbonífero. La secuencia que aflora en la quebrada del Filo, al norte del área en estudio, referida a la Formación Volcán (512 m de areniscas, pelitas y calizas), fue dividida por Aceñolaza (1971) en cuatro miembros informales, que de base a techo denominó: arenoso basal (305 m de espesor), lutítico-arenoso inferior (126 m), arenoso rojizo (51 m) y lutítico arenoso superior (30 m), con importantes variaciones laterales a corta escala. De acuerdo a Aceñolaza (1971) esta secuencia se habría depositado en un ambiente litoral, con marcada influencia marina en determinados sectores de la misma, en especial el miembro lutítico inferior donde identificó cuatro niveles fosilíferos, con braquiópodos, bivalvos y gasterópodos.

Aceñolaza *et al.* (1971) reemplazaron el término Formación Volcán por el de Formación Tupe (*s.l.*) ya que entendieron que la misma se habría depositado en ambientes continentales con una intercalación marina (la que sería equivalente a la Formación Volcán) y la ubicaron por encima de la Formación Guandacol. En este mismo trabajo introdujeron el término Andesita Cerro Chuscho como unidad formacional para reemplazar el término Andesita Punta del Agua. Con respecto a la edad, refirieron los afloramientos incluidos en la Formación Guandacol al Devónico Superior-Carbonífero Inferior, a la Andesita Cerro Chuscho y la Formación Tupe (*s.l.*) en el Carbonífero, basados en correlaciones regionales y en su contenido paleontológico.

Una nomenclatura litoestratigráfica diferente fue utilizada por Scalabrini-Ortíz (1973) quién incluyó esta secuencia (1266 m de potencia) en la Formación Quebrada Larga, caracterizada al sur de la zona estudiada, en la vertiente occidental de la sierra de la Punilla. Describió esta secuencia en forma sucinta, señalando que se halla integrada por tres miembros informales: inferior (724 m de sedimentitas de origen fluvial con intercalaciones de pelitas oscuras lacus-

tres y/o límnicas), medio (161 m de sedimentitas marinas, fosilíferas) y superior (381 m).

Scalabrini-Ortíz y Arrondo (1973) describieron en forma detallada la secuencia del Río del Peñón, a la que le asignaron una potencia mínima de 1271 m, dividiéndola en tres miembros, que de base a techo denominaron: miembro de areniscas blanquecinas (729 m, incluye algunos niveles con restos de briznas), miembro de areniscas y lutitas marinas (161 m donde identificaron siete horizontes portadores de una variada y rica fauna de invertebrados marinos que incluye braquiópodos, gasterópodos y bivalvos) y miembro de areniscas y lutitas gris verdosas (381 m). Estos autores mantuvieron la denominación de Formación Quebrada Larga para esta secuencia, y consideraron a los miembros inferior y superior como de origen fluvial, mientras que el medio se habría originado en un ambiente litoral con una marcada influencia marina. Por otra parte, señalaron que la Andesita Cerro El Chuscho podría ser referida con dudas al Devónico.

González y Bossi (1986) clarificaron el esquema de la estratigrafía del sinclinal del río Blanco. Para ellos la secuencia estaba integrada por más de 1000 m de sedimentitas eocarboníferas (Formación Jagüel) cubiertas, en forma discordante, por las andesitas de la Formación Punta del Agua (referidas a la parte alta del Carbonífero Inferior). Éstas a su vez son sucedidas en forma concordante por una espesa secuencia sedimentaria fosilífera, de unos 990 m de potencia mínima, para la cual propusieron el nombre de Formación Río del Peñón. Esta unidad fue subdividida en 2 miembros: uno inferior "psamítico, blanco-amarillento, continental con restos vegetales" referidos a *Nothorhacopteris argentinica* (Geinitz) Archangelsky, y otro miembro superior (con 570 m de potencia mínima) "psamo-pelítico, de colores grises y verdosos" esencialmente de origen marino.

En el último miembro González y Bossi (1986) citaron siete niveles con restos de invertebrados marinos (en su tercio inferior), que incluyen braquiópodos, pelecípodos, gasterópodos y ostrácodos. Los elementos identificados por González y Bossi (1986) en estas faunas le permitió a González (1986) referirla a la "fauna intermedia" (González, 1985), del Carbonífero Superior (Westphaliano-Stephaniano).

Esta fauna fue luego caracterizada como Biozona de Intervalo por Archangelsky *et al.* (1987) y referida al Carbonífero medio/tardío. Sabattini *et al.* (1991) propusieron denominarla Zona *Lissochonetes jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus*, proponiendo a la secuencia del Río del Peñón como el paraestratotipo de esta biozona. Más recientemente, esta unidad recibió el nombre de Zona *Tivertonia-Streptorhynchus* y fue referida al Carbonífero Superior (Westphaliano tardío)-Pérmico Inferior (Asseliano) (Archangelsky *et al.*, 1996).

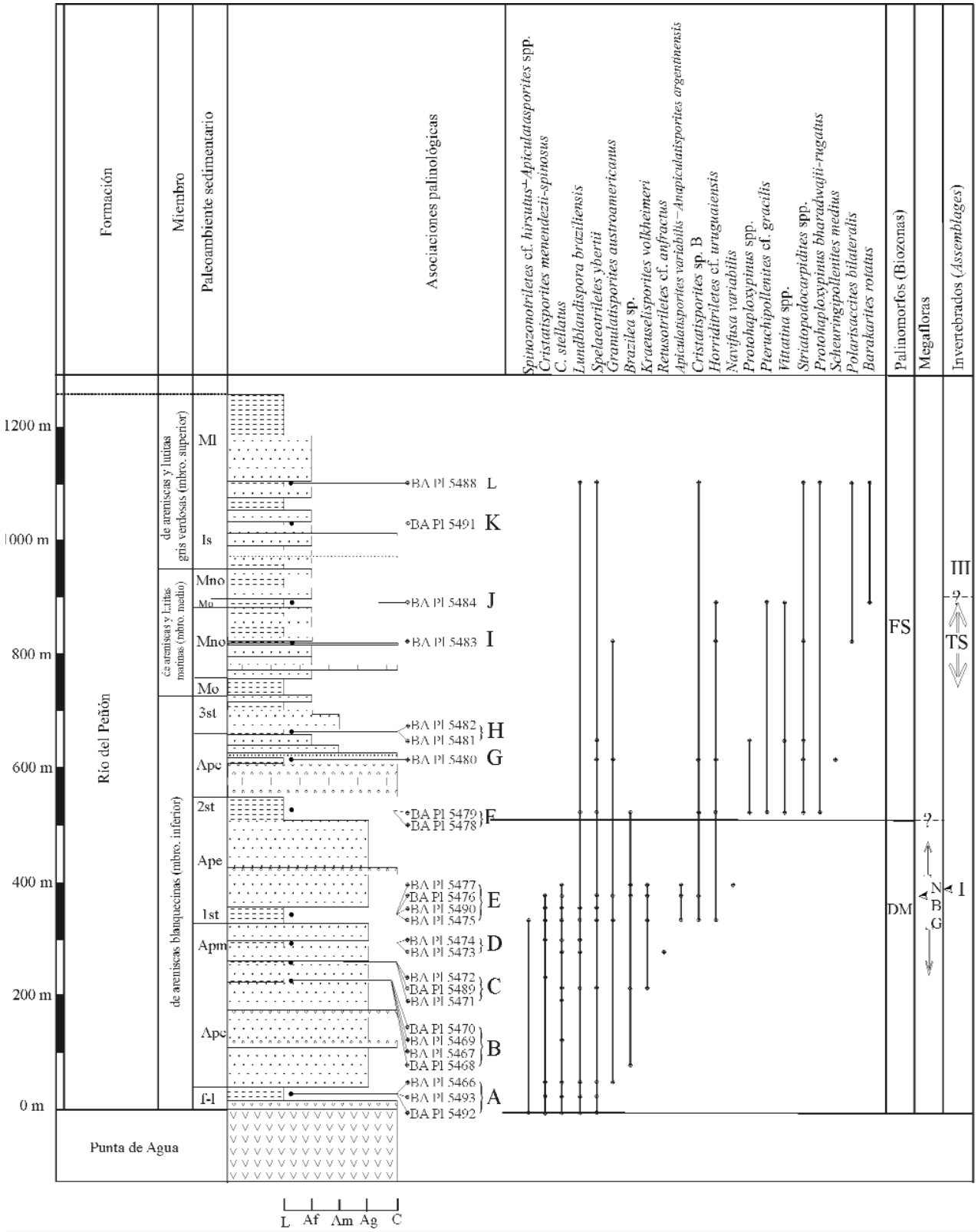
Fauqué y Limarino (1992) estudiaron la secuencia del Paleozoico Superior que aflora en la zona del río Agua de Carlos, al sur del Rincón Blanco (figura 1). Allí la Formación Río del Peñón exhibe una potencia aproximada de 130 m, ya que la parte superior se halla suprimida por falla. Un posterior trabajo de Carrizo y Azcuy (1995) dio cuenta de una asociación megaflorística integrada por elementos que refieren a la Biozona NBG. Aunque, posteriormente los mismos autores (Carrizo y Azcuy, 1997) señalaron la presencia de la Biozona de Intervalo (Archangelsky y Cúneo, 1991), característica del tope del Carbonífero Superior.

Limarino *et al.* (1996) brindaron una interpretación paleoambiental de las sedimentitas que integran la Formación Río del Peñón en el sinclinal Rincón Blanco señalando que esta unidad incluye, de base a techo, depósitos de un ambiente continental (fluvial), mixto y marino (*nearshore-offshore*).

Estudios recientes, basados principalmente en el contenido de invertebrados marinos identificados en la Formación Río del Peñón (Cisterna y Sabattini, 1998; Cisterna y Simanauskas, 2000; Simanauskas y Cisterna, 2000; Sterren, 2000), y en dataciones radimétricas (Fauqué *et al.*, 1999) han permitido realizar importantes aportes para el conocimiento del contenido paleontológico y la edad de esta unidad, pudiendo referirla a la parte más alta del Carbonífero Tardío y al Pérmico Temprano (Stephaniano?-Sakmariano?).

Recientemente, Fauqué y Villar (2003), basados en datos geoquímicos, radimétricos y un cuidadoso mapeo, dividieron las volcanitas que infrayacen a la Formación Punta de Agua en dos conjuntos. El más antiguo correspondería a volcanitas ordovícicas (Formación Cerro Chuscho), mientras que el conjunto superior (Formación Punta del Agua) correspondería al Carbonífero Superior, es el que conforma el flanco oriental del sinclinal del Río Blanco.

Teniendo en cuenta este contexto (que la Formación Río del Peñón es portadora de una variada fauna y flora fósil, que presenta intercalaciones con vulcanitas, además de la unidad infrayacente, que han brindado dataciones radimétricas, y que presenta un registro continuo desde el Carbonífero tardío hasta, por lo menos, el Pérmico temprano) es que se ha planteado el muestreo sistemático de las sedimentitas correspondientes a la mencionada unidad en su área tipo, con el objeto de obtener información palinológica, para poder evaluarla con los datos brindados por su contenido megaflorístico y faunístico, así como de sus rasgos sedimentológicos, paleoambientales y estratigráficos.




REFERENCIAS

L, limolitas
Af, areniscas finas
Am, areniscas medianas
Ag, areniscas gruesas
C, conglomerados

FS *Pakhapites fusus/Vittatina subsaccata*
DM *Raistrickia densa/Convolutispora muriornata*
NBG *Nothorhacopteris/Botrychiopsis/Ginkgophyllum*
TS *Tivertonia jachalensis/Streptorhynchus inaequiornatus*

Λ Nivel palinológico

*BA Pl 5493 Asociación palinológica

## Formación Río del Peñón

Esta unidad exhibe una potencia aproximada de 1200 m en el área del Río del Peñón-sinclinal del Rincón Blanco (figuras 1 y 2); allí se obtuvieron para su posterior análisis paleopalinológico un total de 45 muestras, resultando fértiles para su estudio palinológico sólo 25 de ellas. Las mismas han brindado un contenido orgánico integrado principalmente por abundante tejido leñoso (con variado grado de preservación, variando en cuanto a su tamaño y color) y restos de tejido carbonizado, con escasos palinomorfos (cuadro 1). En cuanto a sus características, los palinomorfos exhiben una regular a mala preservación, con una importante degradación mecánica y biológica, acusando además los efectos de importante acción térmica, probablemente por la acción de la intrusión post-paleozoica.

En este trabajo se sigue el esquema de interpretación paleoambiental propuesto por Limarino *et al.* (1996) de tal modo que el miembro inferior está integrado por sabulitas, areniscas y pelitas originadas en ambientes lacustres y fluviales (f-l: fluvial-lacustres, pae: planicies aluviales dominadas por ríos entrelazados, pam: planicies aluviales dominadas por ríos meandriformes, en figura 2), entre las que se identificaron tres niveles con pelitas y calizas que representan pequeños eventos transgresivos (1st, 2st, 3st en Limarino *et al.*, 1996). El miembro medio está integrado por pelitas y areniscas que representan depósitos marinos de *offshore* (mo) y de *nearshore* (mno). Por último, el miembro superior está integrado por areniscas, pelitas y calizas generadas en ambientes marinos litorales (ml y Is)

## Palinología

De la secuencia analizada (figura 2) se recuperaron 25 asociaciones palinólogicas de 12 niveles (véase figura 2, cuadros 1 y 2). La interpretación paleoambiental fue realizada por Limarino *et al.* (1996), y a ella se hace referencia. En general el material palinológico, de regular preservación, exhibe una elevada degradación mecánica y está afectado térmicamente.

**Nivel A.** Corresponde a un banco de pelitas (22 m de potencia) verdosas, calcáreas, depositadas en un ambiente lacustre. Las tres asociaciones obtenidas (BA Pal 5492, 5493 y 5466) presentan un conspicuo contenido de palinomorfos, leños y fitoclastos indeterminados. Entre los palinomorfos dominan las formas vinculadas a las licofitas y los helechos primitivos (cuadro 2).

**Nivel B.** A unos 220 m de la base de la secuencia, corresponde a una pelita gris oscura (depositada en planicies aluviales de un sistema fluvial meandriforme) de la que se obtuvieron cuatro asociaciones palinológicas (BA Pal 5467, 5468, 5469 y 5470). Se diferencia del nivel A porqur posee una menor proporción de palinomorfos en las asociaciones (cuadro 1, con una deficiente preservación que impide una mayor precisión en su clasificación) y un dominio exclusivo de los fitoclastos indeterminados (carbonizados).

**Nivel C**. Se ubica a unos 30 m por encima del nivel anterior y corresponde a una lutita gris oscura con concreciones carbonáticas, originados en un ambiente similar al correspondiente al Nivel B. De ellos se han obtenido tres asociaciones palinológicas (BA Pal 5471, 5489 y 5472) (cuadros 1 y 2) con semejante grado de preservación que las asociaciones del nivel B. De entre los palinomorfos identificados (BA Pal 5489), se destacan aquellos vinculados con los helechos y, en segundo nivel de importancia, las licofitas.

**Nivel D.** Comprende varios niveles de pelitas localizados a unos 30 m del nivel C, originados en el mismo tipo de ambiente (fluvial). Este nivel es portador de dos asociaciones palinológicas (BA Pal 5473 y 5474) (cuadro 1), donde los palinomorfos aparecen en mayores proporciones que en los dos niveles inferiores (8,1% promedio). Entre ellos se destacan en forma dominante las esporas vinculadas con los helechos y licofitas. Se destaca también la presencia de restos de prasinofitas (0,6%) (cuadro 2).

**Nivel E.** Corresponde a un banco de pelitas gris verdosas, en parte carbonáticas (24 m de potencia), portadoras de una abundante y variada megaflora, depositado en un ambiente litoral marino. Localizado a unos 36 m del nivel D, se han recuperado cuatro asociaciones palinológicas (BA Pal 5475, 5490, 5476 y 5477), caracterizadas (cuadros 1 y 2) por una elevada proporción de tejido leñoso. Entre los palinomorfos dominan los elementos vinculados a los helechos primitivos y licofitas, destacándose además la presencia de restos algales (1,4%).

**Nivel F.** Ubicado en la parte inferior de un banco de pelitas (42 m) gris oscuras, originadas en un ambiente marino transgresivo. De este nivel, ubicado a unos

**Figura 2.** Perfil estratigráfico de la Formación Río del Peñón y distribución vertical de los principales taxones reconocidos en las asociaciones palinológicas (BA Pal) agrupadas en niveles (A-K). Correlación con las unidades bioestratrigráficas reconocidas en la Formación / *stratigraphic section of Río del Peñón Formation and vertical distribution of main palynomorph species identified in the microfloristic associations sensu fossiliferous level (A-K). Correlation with other biostratigrahic units (megaflore and marine invetebrates) of the Río del Peñón Formation.*

**Cuadro 1.** Composición del contenido orgánico de la Formación Río del Peñón / *organic matter composition of the Río del Peñón Formation.*

| Fm. Río del Peñón Miembro | superior | | medio | | inferior | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel | L | K | J | I | H | G | F | E | D | C | B | A |
| Palinomorfos | 4,6 | 3,1 | 2,7 | 0,8 | 2,0 | 3,9 | 1,2 | 3,8 | 8,1 | 2,6 | 1,8 | 15,3 |
| Otros tejidos | 10,6 | 6,3 | 9,5 | 10,1 | 7,0 | 14,1 | 5,3 | 0,8 | 1,9 | 16,3 | 1,9 | 9,9 |
| Cutículas | 10,6 | 3,1 | 6,8 | 4,0 | 5,9 | 11,7 | 4,5 | 3,3 | 1,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Leño | 17,2 | 62,5 | 40,5 | 48,6 | 24,4 | 48,8 | 37,2 | 42,5 | 45,4 | 38,6 | 25,9 | 30,2 |
| Fitoclastos indeterminados | 57,0 | 25,0 | 40,5 | 36,4 | 10,7 | 21,5 | 51,8 | 49,7 | 42,7 | 42,5 | 70,5 | 44,5 |

152 m del nivel G, se obtuvieron dos asociaciones palinológicas (BA Pal 5478 y 5479) dominada por fitoclastos indeterminados y restos de leños. Entre los palinomorfos se destacan las formas vinculadas a los helechos, gimnospermas y licofitas, destacándose la aparición de granos de polen estriados.

**Nivel G.** Corresponde a un banco de pelitas gris oscuras (originada en un ambiente similar al del nivel F), portador de una asociación palinológica (BA Pal 5480), dominada por elementos vinculados a los helechos, licofitas y gimnospermas.

**Nivel H.** Corresponde a una pelita carbonosa (10 m de potencia) ubicada a unos 90 m del nivel G, habría sido originada aparentemente en un ambiente marino transgresivo. De este nivel se obtuvieron dos asociaciones palinológicas (BA Pal 5481 y 5482), con escasos palinomorfos (cuadro 1). Entre estos últimos, al igual que el nivel anterior, se destacan aquellos vinculados con helechos, licofitas y gimnospermas (cuadro 2).

**Nivel I.** Ubicado a unos 136 m del anterior, proviene de pelitas gris oscuras, carbonáticas, originadas en un ambiente marino (*nearshore-offshore*), de las que se obtuvo una asociación palinológica (BA Pal 5483). Entre los escasos palinomorfos hallados se destacan aquellos vinculados con helechos, licofitas y gimnospermas (cuadro 2).

**Nivel J.** Se encuentra a unos 70 m del nivel I, corresponde a una pelita oscura, originada en un ambiente marino (*offshore*) y es portadora de una asociación palinológica (BA Pal 5484) que se caracteriza por la presencia de granos de polen vinculados a las gimnospermas y esporas relacionadas a los helechos y licofitas (cuadro 2).

**Nivel K.** A unos 130 m del nivel anterior, corresponde a una limolita verdosa originada en un ambiente mixto progradacional, y portadora de una asociación palinológica (BA Pal 5491) dominada por tejido leñoso (62,5%). Los escasos palinomorfos presentes no se han podido identificar en forma precisa por su deficiente preservación (cuadros 1 y 2).

**Nivel L.** Ubicado a unos 70 m del nivel anterior, corresponde a una pelita gris oscura, originada en un ambiente marino (*nearshore*), portadora de una asociación palinológica (BA Pal 5488) que está dominada (más del 80%) por esporas vinculadas con los helechos y licofitas (cuadro 2).

En forma resumida podemos señalar que en el miembro de areniscas blanquecinas (inferior) se han podido identificar ocho niveles (A, B, C, D, E, F, G, H) portadores de asociaciones palinológicas, del medio (miembro de areniscas y lutitas marinas) dos niveles (I y J) y del superior (miembro de areniscas y lutitas gris verdosas), también dos niveles (K y L).

## Consideraciones paleoecológicas

Un aspecto que se debe mencionar es que las asociaciones obtenidas de las facies continentales (niveles A, B, C, D, E), aparecen integradas en forma conspicua por fitoclastos indeterminados (entre 42,5-70,5%), a diferencia de aquellas de facies marinas (10,7-57%); lo mismo sucede con el contenido de palinomorfos, siendo mayores en las facies continentales (1,8-15,3%) que en la marinas (0,8-4,6%). Por su parte los restos de cutículas muestran un comportamiento inverso, siendo ligeramente mayores en las marinas (3,1-11,7% contra 0-3,3%). Por último, los restos de leños parecen exhibir valores relativamente constantes en las facies continentales (25,9-38,6%), mientras que en las marinas son más variables (17,2-62,5%).

Teniendo en cuenta la posible afinidad botánica (Balme, 1995) de las formas identificadas en estas microfloras (cuadro 2), éstas aparecen dominadas por elementos vinculados a helechos y licofitas, y de manera subordinada las formas relacionados a las esfenofitas y gimnospermas. En este sentido, se debe señalar que las asociaciones identificadas en facies continentales (A, C, D y E) aparecen dominadas (cuadro 2) por los elementos vinculados con los helechos *s.l.*, que junto a las licofitas comprenden más del 93% del espectro polínico. Como es de esperar la asociación del nivel A (facies lacustres) aparece conspicuamente integrada por elementos vinculados a las licofitas (esporas cingulizonadas). Por su parte, aquellas palinofloras que provienen de facies marinas transgresivas

**Cuadro 2.** Composición de las asociaciones palinológicas de la Formación Río del Peñón, según su probable afinidad botánica ordenadas por asociación (2.a) y nivel estratigráfico y miembros (2.b) / *microfloristic associations composition of the Río del Peñón Formation (ordered by association, 2.a, and stratigraphic level and members, 2.b), according to bottanical affinity.*

| Fm. Río del Peñón / Miembro | superior | | medio | | | inferior | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel | L | J | I | H | G | F | | E | | D | | C | | A | |
| BA-Pal | 5488 | 5484 | 5483 | 5481 | 5480 | 5479 | 5476 | 5490 | 5475 | 5474 | 5473 | 5489 | 5466 | 5493 | 5492 |
| N° de muestra | 123 | 113 | 108 | 105 | 104 | 102 | 96 | 95 | 92 | 91 | 90 | 87 | 79 | 78 | 77 |
| Licofitas | 40,0 | 14,0 | 25,0 | 28,0 | 21,0 | 24,0 | 28,0 | 55,6 | 53,1 | 45,0 | 55,3 | 25,9 | 66,5 | 72,4 | 69,0 |
| Helechos | 46,5 | 32,0 | 37,0 | 38,0 | 56,5 | 45,5 | 65,5 | 37,6 | 41,1 | 52,5 | 39,4 | 71,2 | 24,5 | 24,0 | 27,0 |
| Esfenofitas | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,5 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 0,3 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 0 | 0 | 0,5 |
| Gimnospermas | 10,0 | 49,0 | 27,0 | 29,0 | 20,5 | 24,0 | 2,5 | 5,2 | 4,9 | 2,5 | 3,5 | 0,6 | 7,5 | 3,6 | 3,5 |
| Pteridospermas/Glossopteridales | 3,0 | 5,0 | 11,0 | 5,0 | 1,5 | 5,0 | 0,5 | 0,8 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0 | 0,0 | 0,0 |
| Prasinofitas | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 3,0 | 0,8 | 0,3 | 0,0 | 1,2 | 1,8 | 1,5 | 0,0 | 0,0 |
| | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

2.a

| Fm. Río del Peñón / Miembro | superior | | medio | | inferior | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nivel | L | K | J | I | H | G | F | E | D | C | B | A |
| Licofitas | 40,0 | - | 14,0 | 25,0 | 28,0 | 21,0 | 24,0 | 45,6 | 50,1 | 25,9 | - | 69,3 |
| Helechos | 46,5 | - | 32,0 | 37,0 | 38,0 | 56,5 | 45,5 | 48,1 | 46,0 | 71,2 | - | 25,2 |
| Esfenofitas | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,5 | 1,0 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | - | 0,2 |
| Gimnospermas | 10,0 | - | 49,0 | 27,0 | 29,0 | 20,5 | 24,0 | 4,2 | 3,0 | 0,6 | - | 4,9 |
| Pteridospermas/Glossopteridales | 3,0 | - | 5,0 | 11,0 | 5,0 | 1,5 | 5,0 | 0,5 | 0,0 | 0,6 | - | 0,0 |
| Prasinofitas | 0,5 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 1,4 | 0,6 | 1,8 | - | 0,5 |

2.b

(niveles F, G y H) muestran una composición dominada por los helechos-licofitas-gimnospermas, complementadas en forma muy secundaria por aquellos palinomorfos vinculados a las pteridospermales/glossopteridales. Una composición similar (cuadro 2) muestran las asociaciones obtenidas de ambientes marinos profundos (niveles I, J y L).

Un aspecto a destacar es la pobre representación que muestran las formas indicadoras de ambiente marino, muy probablemente se deba a la diagénesis que afectó a los sedimentos una vez depositados y al posterior efecto que generaron en los mismos las intrusiones y actividades tectónicas post-paleozoicas, cuya combinación habría influido en la representación original de la asociación fósil.

## Contenido palinológico

En la siguiente lista puede apreciarse la composición de las asociaciones palinológicas identificadas en la Formación Río del Peñón, con su distribución estratigráfica en la secuencia. ?= presencia dudosa.

Esporas triletes

*Anapiculastisporites argentinensis* Azcuy (BA Pal 5475 y 5476) (figura 3.B).
*Apiculatisporis variornatus* Di Pasquo, Azcuy y Souza (BA Pal 5475, 5476 y 5477) (figura 3.F).
*Apiculastisporis* sp. (BA Pal 5466, 5475, 5476, 5487, 5488 y 5490)
*Apiculeretusispora* sp. cf. *A. ralla* (Menéndez y Azcuy) Menéndez y Azcuy (BA Pal 5472, 5480 y 5489).
*Apiculatasporites parviapiculatus* Azcuy (BA Pal 5472 y 5475 y 5492).
*A. caperatus* Menéndez y Azcuy (BA Pal 5475, 5476, 5479, 5480 y 5490).
*A.* sp. (BA Pal 5484, 5487 y 5488).
*Baculatisporites* sp. (BA Pal 5488).
*Brevitriletes* sp. cf. *B. cornutus* (Balme y Hennelly) Backhouse (BA Pal 5475, 5480 y 5488).
*B. levis* (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Srivastava (BA Pal 5475).
*B.* sp. (BA Pal 5479 y 5480).
*Calamospora hartungiana* Schopf (BA Pal 5479, 5480 y 5481).
*Convolutispora* sp. A (BA Pal 5475 y 5476).
*Cristatisporites crassilabratus* Archangelsky y Gamerro (BA Pal 5466, 5474, 5475, 5480 y 5490).
*C. lestai* Archangelsky y Gamerro (BA Pal 5466, 5475, 5476, 5480, 5488, 5490 y 5493).
*C. menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford (BA Pal 5466, 5472, 5474, 5475, 5476, 5490 y 5493) (figura 3.B).
*C. scabiosus* Menéndez (BA Pal 5466, 5472, 5474, 5475, 5476, 5490, 5492 y 5493).
*C. spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford (BA Pal 5466, 5474, 5475, 5476, 5490 y 5492) (figuras 3.A y 3.C).
*C. stellatus* (Azcuy) Gutiérrez y Limarino (BA Pal 5466, 5469, 5471, 5472, 5474, 5475, 5476, 5477, 5489, 5490, 5492 y 5493) (Figura 3.I).
*C.* sp. A (BA Pal 5475, 5476, 5479, 5481, 5485, 5487, 5488 y 5491).
*C.* sp. B (BA Pal 5475, 5476, 5479, 5480 y 5488).
*Cyclogranisporites* spp. (BA Pal 5466, 5475, 5476 y 5492).
*Densosporites* sp. (BA Pal 5475, 5480, 5488 y 5492).
*Diatomozonotriletes*? sp. (BA Pal 5475).
*Dictyotriletes* spp. (Fig. (BA Pal 5475, 5490 y 5493).
*Foveosporites* sp. (BA Pal 5489).
*Granulatisporites austroamericanus* Archangelsky y Gamerro (BA Pal 5466, 5474, 5475, 5476, 5480 y 5483).
*G.* spp. (BA Pal 5472, 5473, 5474, 5475, 5479, 5480, 5488, 5490 y 5493).

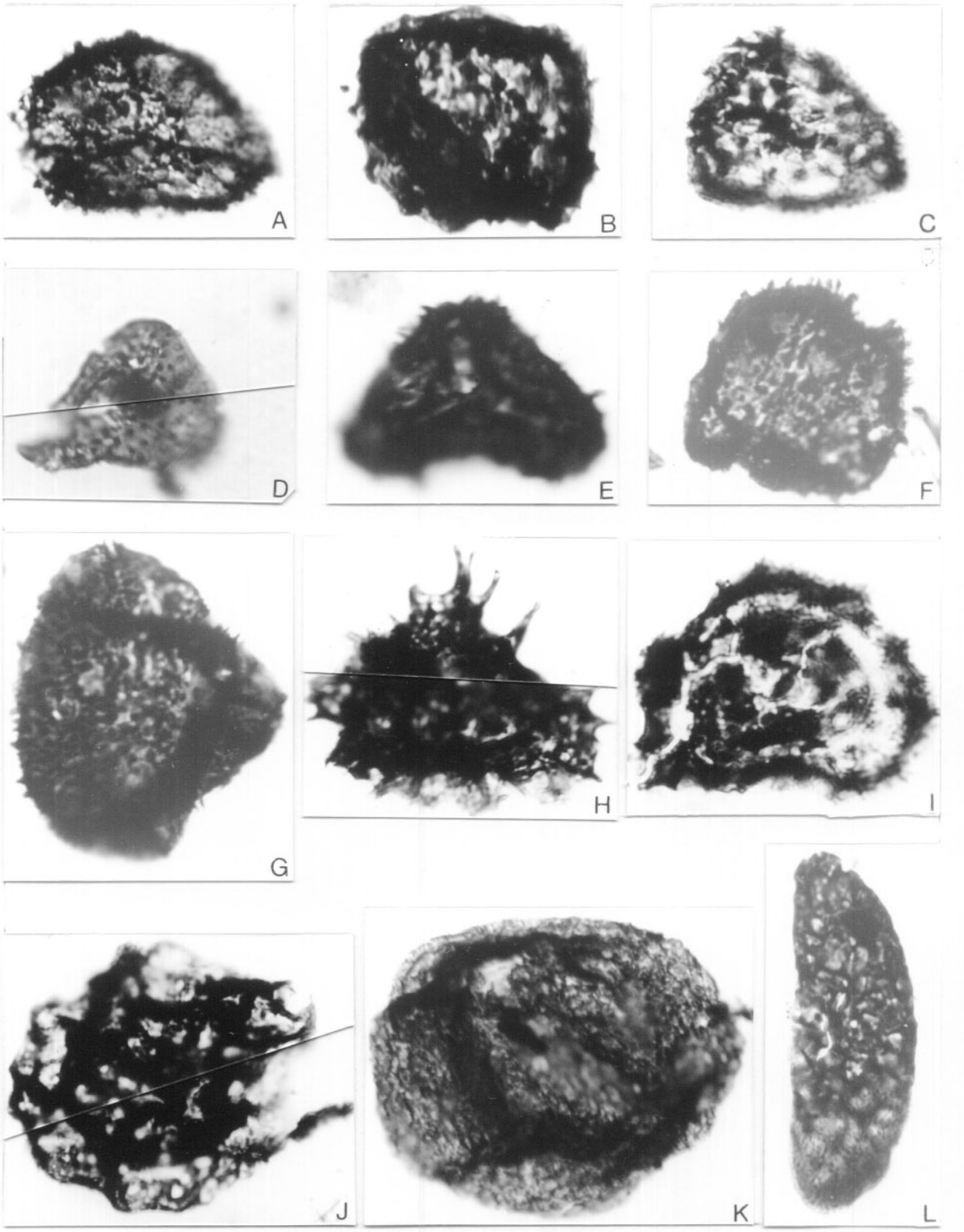



**Figura 3. A y C,** ***Cristatisporites spinosus*** (Menéndez y Azcuy) Playford, **A:** BA Pal 5490(3) 40,8/3,9 (X 1000), **B:** BA Pal 5476(1) 54,0/2,1 (X 950); **B,** ***C. menendezii*** (Menéndez y Azcuy) Playford BA Pal 5476(1) 51,2/21,0 (X 1000); **D,** ***Anapiculastisporites argentinensis*** Azcuy BA Pal 5475(3) 51,0/21,0 (X 850); **E,** ***Horriditriletes*** sp. cf. ***H. uruguaiensis*** (Marques-Toigo) Archangelsky y Gamerro BA Pal 5480(5) 41,8/4,2 (X 950); **F,** ***Apiculatisporis variornatus*** Di Pasquo, Azcuy y Souza BA Pal 5475(1) 44,0/20,2 (X 1000); **G,** ***Tricidarisporites gutii*** Césari y Limarino BA Pal 5475(5) 32,5/4,8 (X 950); **H,** ***Spinozotriletes*** sp. cf. ***S. hirsutus*** Azcuy BA Pal 5475(1) 41,0/22,2 (X 1000); **I,** ***Cristatisporites stellatus*** (Azcuy) Gutiérrez y Limarino BA Pal 5475(4) 42,2/6,0 (X 850); **J,** ***Reticulatisporites passapectus*** Ottone BA Pal 5475(1) 32,0/21,0 (X 850); **K,** ***Brazilea*** sp. BA Pal 5476(1) 34,5/13,8 (X 750); **L,** ***Navifusa variabilis*** Gutiérrez y Limarino BA Pal 5477(2) 54,4/10,2 (X 700).

*Grossuporites microgranulatus* (Menéndez y Azcuy) Pérez Loinaze y Césari (BA Pal 5469, 5472, 5473, 5474, 5475, 5476, 5479, 5481, 5488, 5489, 5490 y 5492).
*Horriditriletes* sp. cf. *H. uruguaiensis* (Marques-Toigo) Archangelsky y Gamerro (BA Pal 5475, 5476, 5479, 5480, 5483, 5484 y 5488) (figura 3.E).
*Kraeuselisporites volkheimeri* Azcuy (BA Pal 5475, 5476, 5489 y 5490).
*Kraeuselisporites* spp. (BA Pal 5466, 5473, 5474, 5475, 5476, 5480, 5488, 5489, 5490, 5492 y 5493).
*Leiotriletes* spp. (BA Pal 5466, 5467, 5472, 5473, 5474, 5475, 5476, 5477, 5480, 5484, 5488, 5489, 5490 y 5493).
*Leiotriletes* sp. cf. *L. directus* Balme y Hennelly (BA Pal 5475).
*Lophotriletes* spp. (BA Pal 5466, 5475, 5479, 5480, 5484, 5488 y 5490).
*Lundbladispora brasiliensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons (BA Pal, 5469, 5473, 5474, 5475, 5477, 5479, 5480, 5481, 5488, 5489, 5490, 5492 y 5493).
*Microreticulatisporites* sp. (BA Pal 5479).
*Punctatisportes gretensis* Balme y Hennelly (BA Pal 5472 y 5475).
*P.* spp. (BA Pal 5466, 5468, 5469, 5467, 5474, 5475, 5476, 5479, 5480, 5481, 5483, 5484, 5488, 5489, 5490, 5492 y 5493).
*Laevigatoisporites* sp. (BA Pal 5475, 5476 y 5479).
*Raistrickia* sp. (BA Pal 5489 y 5490).
*Retusotriletes* sp. cf. *R. anfractus* Menéndez (BA Pal 5473).
*R. diversiformis* (Balme y Hennelly) Balme y Playford (BA Pal 5475 y 5489).
*R. simplex* Naumova (BA Pal 5476).
*R.* spp. (BA Pal 5472, 5475, 5476 y 5492).
*Reticulatisporites passapectus* Ottone (BA Pal 5475 y 5489) (figura 3.J).
*R.* spp. (BA Pal 5489, 5473, 5474 y 5475).
*Rugospora* sp. (BA Pal 5475).
*Spinozotriletes* sp. cf. *S. hirsutus* Azcuy (BA Pal 5475 y 5492) (figura 3.H).
*Stenozonotriletes* spp. (BA Pal 5475, , 5476, 5479, 5488 y 5490).
*Spelaeotriletes ybertii* (Marques Toigo) Playford y Powis (BA Pal 5466, 5474, 5475, 5476, 5479, 5480, 5481, 5488, 5489, 5490, 5492 y 5493).
*Tricidarisporites gutii* Césari y Limarino (BA Pal 5475, 5476 y 5479) (figura 3.G).
*Vallatisporites arcuatus* (Marques Toigo) Archangelsky y Gamerro (BA Pal 5490 y 5492).
*V. ciliaris* Sullivan (BA Pal 5474, 5475, 5490 y 5492).
*V.* spp. (BA Pal 5466, 5469, 5473, 5474, 5475, 5476, 5479, 5480, 5483, 5484, 5488, 5489, 5490, 5492 y 5493).
*Verrucosisporites* spp. (BA Pal 5466, 5473, 5475, 5476, 5479, 5480, 5483, 5488, 5489, 5490, 5493).

Prasinofitas

*Brazilea* sp. (BA Pal 5466, 5489, 5473, 5475, 5490, 5476 y 5488) (figura 3.K).
*Navifusa variabilis* Gutiérrez y Limarino (BA Pal 5468?, 5489, 5476, 5477 y 5479) (figura 3.L).

Polen monosacados

*Barakarites rotatus* (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Tiwari (BA Pal 5484 y 5488).
*Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar (BA Pal 5475, 5481 y 5488).
*C.* sp. (BA Pal 5479 y 5488).
*Cannanoropollis densus* Lele y Karim (BA Pal 5475, 5479, 5480, 5488 y 5492).
*C. korbahensis* (Bharadwaj y Tiwari) Foster (BA Pal 5475, 5476, 5479, 5481 y 5488).
*C. mehtae* (Lele) Bose y Maheswari (BA Pal 5475, 5479, 5480, 5481 y 5490).
*Circumplicatipollis plicatus* Ottone y Azcuy (BA Pal 5480) (figura 4.H).
*Crucisaccites monoletus* Maithy (BA Pal 5481) (figura 4.A).
*C.* sp. (BA Pal 5479 y 5480).
*Latusipollenites*? sp. (BA Pal 5484).
*Plicatipollenites* sp. cf. *P. gondwanensis* (Balme y Hennelly) Lele (BA Pal 5475).
*P. malabarensis* (Potonié y Sah) Foster (BA Pal 5475, 5479, 5480, 5481 y 5488?).
*P.* sp. (BA Pal 5490, 5480 y 5488).
*Potonieisporites* sp. cf. *P. barrelis* Tiwari (BA Pal 5479).
*P.* sp. cf. *P. brasiliensis* (Nahuys, Alpern y Ybert) Archangelsky y Gamerro (BA Pal 5475, 5480 y 5481).
*P.* sp. cf. *P. novicus* Bharadwaj (BA Pal 5479, 5480 y 5481).

Polen bisacado

*Alisporites*? sp. (BA Pal 5480).
Bisacados indeterminados (BA Pal 5479, 5480 y 5484).
*Chordasporites* sp. A (BA Pal 5479).
*Colpisaccites* sp. (BA Pal 5479 y 5484).
*Limitisporites* sp. cf. *L. hexagonalis* Bose y Maheswari (BA Pal 5479 y 5481).
*L. rectus* Leschik (BA Pal 5479, 5481 y 5484) (figura 4.B).
*L.* sp. A (BA Pal 5484 y 5488).
*L.* spp. (BA Pal 5466, 5475, 5480, 5484, 5488, 5492 y 5493).
*Platysaccus* sp. A (BA Pal 5479, 5480 y 5484).
*P.* sp. B (BA Pal 5480, 5481 y 5484) (figura 4.D).
*Pteruchipollenites* sp. cf. *P. gracilis* (Segroves) Foster (BA Pal 5479, 5480, 5481 y 5484).
*Scheuringipollenites medius* (Burjack) Días Fabricio (BA Pal 5480) (Figura 4.J).

Polen polisacados

*Polarisaccites bilateralis* Marques Toigo (BA Pal 5483 y 5488) (figura 4.F).

Polen estriado-teniado

*Protohaploxypinus bharadwajii* Foster (BA Pal 5488) (Figura 4.C)
*P. rugatus* Segroves (BA Pal 5479) (figura 4.I).
*P.* spp. (BA Pal 5479 y 5481).
*Striatopodocarpites* sp. cf. *S. cancellatus* (Balme y Hennelly) Hart (BA Pal 5480) (figura 4.E).
*S.* sp. B (BA Pal 5488).
*S.*? sp. (BA Pal 5479, 5480, 5481 y 5483) (figura 4.G).
*Vittatina*? sp. (BA Pal 5479, 5481 y 5484).

## Palinoestratigrafía

A partir de la distribución vertical de los principales taxones identificados en el perfil (figura 2) es posible diferenciar de dos asociaciones: I y II.

Asociación I: caracterizada por la presencia de *Cristatisporites menendezii, C. spinosus, C. stellatus, Apiculatisporites parviapivulatus, Anapiculatisporites argentinensis, Apiculatisporis variornatus, Foveosporites sp., Kraeuselisporites volkheimeri, Raistrickia* sp., *Retusotriletes* sp. cf. *R. anfractus, Reticulatisporites passapectus, Spinozonotriletes* sp. cf. *S. hirsutus, Navifusa variabilis, Brazilea* sp., entre otros.

Asociación II: se caracteriza por la aparición de granos de polen estriados, tipo *Striatopodocarpites* spp., *Vittatina* sp., *Protohaploxypinus* spp., asociados a otros granos de polen tales como *Barakarites rotatus*, *Polarisaccites bilateralis*, *Scheuringipollenites medius*, *Chordasporites* sp. A, *Platysaccus* spp., *Crucisaccites* spp.

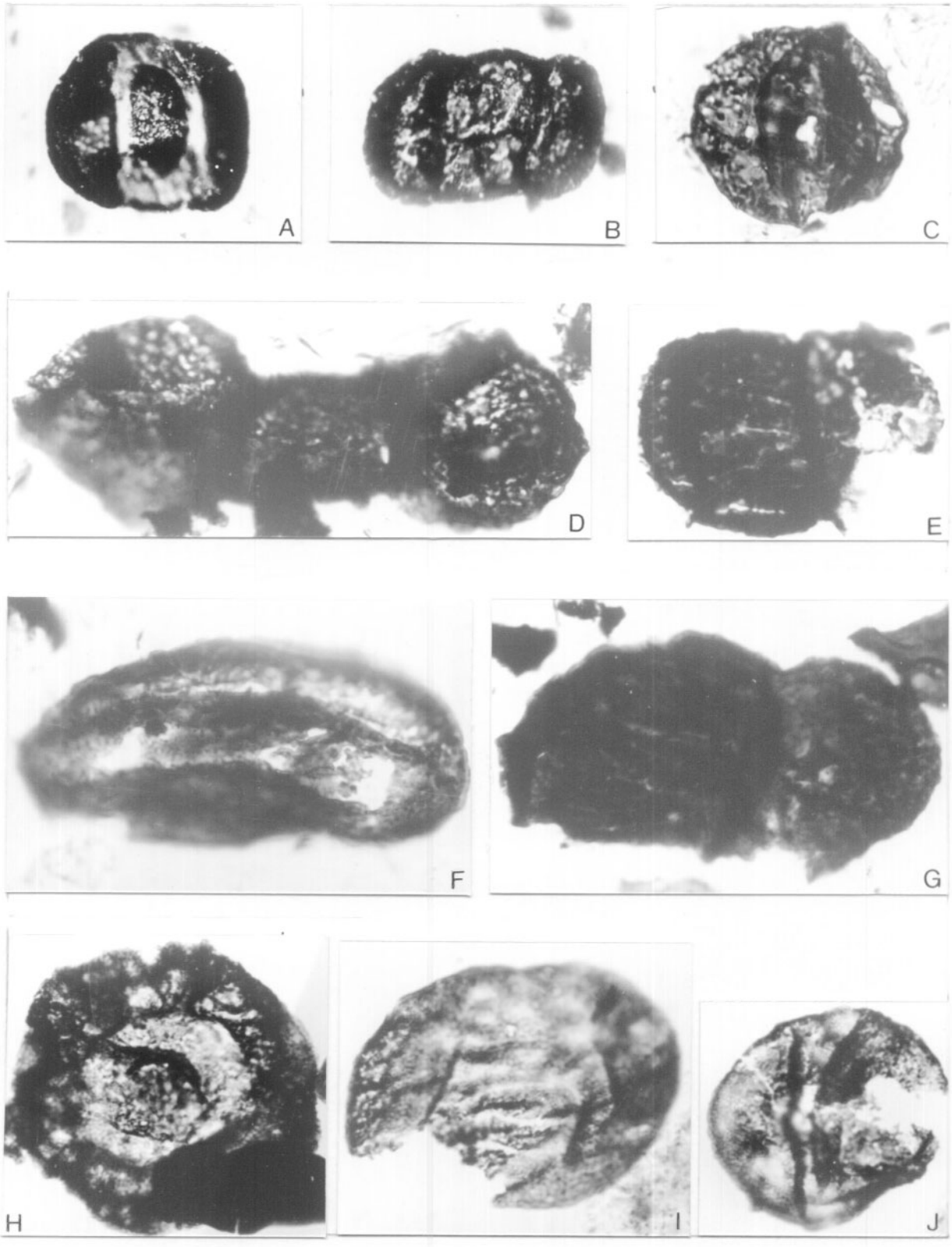



**Figura 4. A,** ***Crucisaccites monoletus*** Maithy BA Pal 5481(5) 37,1/10,0 (X 720); **B,** ***Limitisporites rectus*** Leschik BA Pal 5481(2) 58,1/1,2 (X 660); **C,** ***Protohaploxypinus bharadwajii*** Foster BA Pal 5488(5) 22,5/22,8 (X 650); **D,** ***Platysaccus*** sp. B BA Pal 5484(6) 29,6/4,0 (X 630); **E** , *Striatopodocarpites* sp. cf. *S. cancellatus* (Balme y Hennelly) Hart BA Pal 5480(6) 36,0/22,8 (X 660); **F,** ***Polarisaccites bilateralis*** Marques Toigo BA Pal 5488(5) 34,5/22,0 (X 660); **G,** ***Striatopodocarpites***? sp. BA Pal 5483(1) 25,9/15,0 (X 970); **H,** ***Circumplicatipollis plicatus*** Ottone y Azcuy BA Pal 5480(3) 23,0/1,4 (X 560); **I,** ***Protohaploxypinus rugatus*** Segroves BA Pal 5479(7) 48,8/10,2 (X 720); **J,** ***Scheuringipollenites medius*** (Burjack) Días Fabricio BA Pal 5480(7) 25,0/11,1 (X 660).

A partir de este esquema es posible señalar que la asociación I es parcialmente equivalente a la Biozona de *Foveosporites hortonensis-Convolutispora muriornata* caracterizada para el centro oeste de la Argentina (César y Gutiérrez, 2001), en especial si tenemos en cuenta la presencia de *Cristatisporites stellatus*, *C. menendezii*, *C. spinousus*, *Apiculatisporis variabilis*, *Spinozonotriletes hirsutus*, *Retusotriletes anfractus*, *Anapiculatisporites argentinensis*, *Kraeuselisporites volkheimeri*, entre otros. Si consideramos la presencia de *Navifusa variabilis* y *Brazilea* sp., probablemente vinculados a ambientes de aguas abiertas, es muy probable que esta asociación sea correlacionable a la sub-biozona C dentro de la Biozona DM.

En forma tentativa podemos señalar que el banco de pelita (2st) del miembro inferior de la Formación Río del Peñón (figura 2), estaría indicando la base de la asociación II, la cual puede ser referida, al menos en parte, a la Biozona *Pakhapites fusus-Vittatina subsaccata*, sobre todo por la presencia de los granos de polen estriados y de *Barakarites rotatus*, *Polarisaccites bilateralis*, entre otros.

El avance en el estudio de estas asociaciones y su análisis sistemático permitirá realizar comparaciones más precisas con asociaciones equivalentes en edad (Formaciones Tasa Cuna y Bajo de Véliz) y/o paleoambientalmente (Formaciones El Imperial y Santa Máxima) (véase César y Gutiérrez, 2001).

## Paleobotánica

La primera mención de restos de plantas fósiles en sedimentitas referibles a la Formación Río del Peñón corresponde a Aceñolaza *et al.* (1971), quienes señalaron la presencia de "algunos restos vegetales que pertenecen a la llamada 'Flora de *Rhacopteris*'" en el área de río Frío y en la quebrada de Los Llantenes (figura 1).

Scalabrini-Ortíz (1973), por su parte, indicó la presencia de restos vegetales indeterminables en la secuencia aflorante en río del Peñón, en unos niveles pelíticos ubicados a unos 400 m de la base de la unidad. Estos mismos niveles habrían sido identificados por González y Bossi (1986), quienes mencionaron *Nothorhacopteris argentinica* (Geinitz) Archangelsky como forma dominante de la asociación.

En forma reciente Carrizo y Azcuy (1995) presentaron una megaflora, proveniente del área Río de Carlos, al sur del Río del Peñón, integrada por *Botrychiosis weissiana* Kurtz *emend*. Archangelsky y Arrondo, *Fedekurtzia argentina* (Kurtz) Archanghelsky, *Kraeuselcladus argentinus* Archangelsky y restos de una fructificación (masculina) asociada a *F. argentina*, que refirieron a la Bizona *NBG*. Por otra parte mencionaron, al sudeste del puesto Las Chacritas (ala oriental del sinclinal del Río del Peñón), el hallazgo de una megaflora compuesta principalmente por *Nothorhacopteris argentinica* y en forma subordinada *B. weissiana* y *F. argentina*.

**Cuadro 3.** Asociaciones megaflorísticas de la Formación Río del Peñón, ordenadas por Biozonas / *megafloristic association of the Río del Peñón Formation sensu biozone*. Referencias / *References*: 1, González y Bossi, 1986; 2, Carrizo y Azcuy, 1995; 3, este trabajo / *this paper*.

| Biozona | *NBG* | Intervalo | |
|---|---|---|---|
| Especies | Río del Peñón | Agua de Carlos | Referencia |
| *Nothorhacopteris argentinica* | X | | 1, 2, 3 |
| *Botrychiopsis weissiana* | X | X | 2, 3 |
| *Fedekurtzia argentina* | X | X | 2, 3 |
| Fructificaciones masculinas | | X | 2 |
| Articuladas | X | | 2 |
| *Kraeuselcladus argentinus* | | X | 2 |

Se debe hacer notar que la presencia de la conífera *Kraeuselcladus argentinus* en la sección aflorante en Río Agua de Carlos, permitiría pensar que la asociación que integra podría haber sido referida a la Biozona de Intervalo, tal cual lo sugirieron posteriormente los mismos autores (Carrizo y Azcuy, 1997). Esta biozona caracterizaría el tope del Carbonífero Superior (*cf.* Archangselky *et al.*, 1996).

Como se mencionó previamente el nivel G (figura 2) ha brindado restos de una megaflora fósil, entre cuyos componentes fueron identificados: *Nothorhacopteris argentinica*, *Botrychiopsis weissiana* y *Fedekurtzia argentina*, lo que nos permitiría referirla a la Biozona de Asociación *NBG* del Carbonífero Superior argentino (*cf.* Archangeslky *et al.*, 1996).

## Paleoinvertebrados

La presencia de fauna marina en la Formación Río del Peñón es conocida desde principios de la mitad del siglo pasado, siendo Leanza (1948) el primero en describir invertebrados provenientes de una caliza aflorante en el ala accidental del sinclinal Río Blanco (quebrada del Río del Peñón).

En el área del sinclinal de Rincón Blanco, varios autores identificaron niveles portadores de invertebrados y brindaron listados con sus contenidos (Borrello, 1955; Durango de Cabrera, 1971). Se destaca el aporte de Aceñolaza (1971), quién señaló la presencia de un banco lutítico arenoso (20-45 m de potencia) donde identificó entre 3 y 4 niveles fosilíferos que se halla aproximadamente a unos 315 m de la base de la secuencia y en lo que Aceñolaza (1971) denominó "miembro lutítico-arenoso inferior".

En forma reciente, una serie de contribuciones

**Cuadro 4.** Composición de las asociaciones de invertebrados de la Formación Río del Peñón / *invertebrate associations composition of the Río del Peñón Formation (*tomado de */from* Cisterna y Sabattini, 1998; Cisterna y Simanauskas, 2000; Simanauskas y Cisterna, 2000; Sterren, 2000).

| Formación Río del Peñón / Miembro | inferior | medio | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Asociación "Assemblage" | I | II | | III | |
| BRACHIOPODA Horizonte | | 4-6 | 7-10 | 11 | 11′ |
| *Costatumulus* sp. A | X | | | | |
| *Dyscherstia*? sp. | X | | | | |
| *Orbiculoidea* sp. | X | X | X | X | |
| *Streptorhynchus*? sp. | X | | | | |
| *Trigonotreta* sp. | X | | | | |
| Chonetidae indet. | X | | | X | |
| Productoidea indet. | X | | | | |
| Strophomenida idet. | X | | | | |
| *Costatumulus* sp. B | | X | | | |
| *Kochiproductus riojanus* (Leanza) | | X | | | |
| *Tivertonia jachalensis* (Amos) | | X | | | |
| *Trigonotreta riojanensis* (Lech y Aceñolaza) | | X | | | |
| *Septosyringothyris jaguelensis* Lech | | | X | X | |
| *Cancrinella* sp. C | | | | X | |
| *Costatumulus* sp. C | | ? | X | | |
| *Neochonetes* sp. | | | X | | |
| *Neochonetes pegnonensis* Cisternas y Simanauskas | | | | X | |
| *Rhynchospora* sp. | | | | X | |
| Spiriferidina indet. | | | | | X |
| GASTEROPODA | | | | | |
| *Barrealispira* aff. *tupensis* Sabattini *et al.* | X | X | X | | |
| *Donaldina*? sp. | | | X | | |
| *Barrealispira* sp. | | | X | X | |
| *Knightites (Cymatospira)* cf. *montfortianus* (Norwood y Pratten) | | | X | X | |
| "*Peruvispira*" sp. | | | | | X |
| BIVALVIA | | | | | |
| *Aviculopecten* sp. | X | | X | | |
| *Modiolus* (*Modiolus*) sp. | X | | X | | |
| *Sanguinolites* sp. | X | | X | | |
| *Schizodus* sp. | X | | X | | |
| *Acanthopecten jaguelensis* González | | | X | | |
| *Aviculopecten* n. sp. Sterren | | | X | | |
| *Edmondia* sp. | | | X | | |
| *Leptodesma* (*L.*) cf. *potens* Hall | | | X | | |
| *Nuculavus levatiformis* (Walcott) | | | X | | |
| *Paleolima* cp. *P.* sp. Dickins | | | X | | |
| *Phestia* sp. | | | X | ? | |
| *Ptychopteria* (*P.*) *liagracielae* (Leanza) | | | X | | |
| *Streblopteria* sp. | | | X | | |
| *Wilkingia riojana* González | | | X | | |
| *Acanthopecten* sp. | | | | X | |
| *Aviculopecten*? sp. | | | | X | |
| *Leptodesma* sp. | | | | X | |
| *Myofossa*? sp. | | | | X | |
| Bivalvia indet. | | | | X | |
| Parallelodontidae indet. | | | X | | |
| CRINOIDEOS | | | X | | |
| OSTRÁCODOS | X | | X | | |

(Lech y Aceñolaza, 1987a, 1987b; González, 1997; Cisterna y Sabattini, 1998; Cisterna y Simanauskas, 2000; Simanauskas y Cisterna, 2000; Sterren, 2000) han realizado importantes aportes para el conocimiento del contenido paleontológico de esta unidad y de su ubicación estratigráfica. Los niveles estudia-

dos por estos autores (véase Cisterna y Sabattini, 1998, fig. 1; Sterren, 2000, fig. 2) corresponden a los miembros inferior y medio de la unidad, según el esquema de Scalabrini-Ortíz y Arrondo (1973) y Limarino *et al.* (1996), que aquí seguimos.

Los niveles del miembro inferior, se ubican inmediatamente por encima de los niveles con la flora de *NBG* y contienen entre otros elementos *Barrealispira* sp. aff. *B. tupensis* Sabattini *et al.*, que Cisterna y Simanauskas (2000) lo caracterizaron como "*Assemblage I*" (véase cuadro 4).

En el miembro medio de la Formación Río del Peñón (figura 2 y cuadro 3) se identificaron más de 15 horizontes portadores de invertebrados (*cf.* Cisterna y Sabattini, 1998; Cisterna y Simanauskas, 2000; Simanauskas y Cisterna, 2000; Sterren, 2000), que fueron reunidos por Cisterna y Simanauskas (2000) en las "*Assemblage II*" y "*Assemblage III*", y referidas la primera a la Biozona de *Tivertonia jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus sensu* Sabattini *et al.* (1991) del Carbonífero Superior alto-Pérmico Inferior bajo; mientras que la "*Assemblage III*" representaría una fauna (sin nominar aún formalmente) más moderna dentro del Pérmico Temprano. Recientemente, Archbold *et al.* (2004) ubican estas tres asociaciones en el Pérmico Temprano, "*Assemblage I*" y la Biozona *Tivertonia jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus* en el Asseliano, mientras que la "*Assemblage III*" en el Asseliano cuspidal-Sakmariano basal.

En el cuadro 4 puede apreciarse la composición faunística distribuida en los niveles y asociaciones identificadas.

## Edad de la Formación Río del Peñón

A partir de su contenido paleontológico y relaciones de campo la Formación Río del Peñón era tradicionalmente referida al Carbonífero Superior (véase Limarino *et al.*, 1996). En este sentido, se debe señalar que recientes investigaciones, provenientes de diferentes líneas, han aportado datos que permiten modificar la edad de la Formación Río del Peñón, la cual quedaría comprendida entre el Carbonífero Tardío y el Pérmico Temprano.

A continuación se resumirán y discutirán los aportes que han realizado las diferentes líneas de investigación (geocronología, paleontología, geología regional) para tratar de ubicar temporalmente a la Formación Río del Peñón, y en ese contexto evaluar los resultados obtenidos a partir de la palinología.

**Geocronología.** Las primeras dataciones realizadas en esta área fueron brindadas por Aceñolaza *et al.* (1971) que proporcionaron 2 valores provisorios K/Ar de 327±18 Ma (Namuriano) y de 368±19 Ma (Devónico) para vulcanitas aflorantes en los alrededores del Cerro Chuscho. Estas rocas, hoy reubicadas en la Formaciones Punta del Agua y Cerro Chuscho (véase Fauqué y Villar, 2003), infrayacen a la aquí tratada Formación Río del Peñón, por lo que las edades obtenidas sólo indican que la base de la unidad debe ser más joven que el Namuriano.

Fauqué *et al.* (1999: 422, fig. 2) presentaron dos dataciones preliminares K/Ar para las vulcanitas de la Formación Punta del Agua de 287 y 295 Ma y luego una datación definitiva de 284±16 Ma (Fauqué *et al.*, 2000). Un nuevo e interesante elemento de juicio ha sido presentado por Coughlin (2000), quien dató un conspicuo dique riodacítico (probablemente un filón capa) localizado a unos 50 metros por encima de la base de la aquí estudiada Formación Río del Peñón. La edad $^{40}Ar/^{39}Ar$ obtenida por este autor fue de 287,8±0,7 Ma (Pérmico inferior: Sakmariano, según la *International Commission on Stratigraphy*, 2004). Teniendo en cuenta las edades obtenidas por Fauqué *et al.* (1999, 2000) y Coughlin (2000), y mensurando sus errores relativos, puede decirse que la base de la Formación Río del Peñón difícilmente resulte más antigua que el Stephaniano y que el techo del miembro inferior debe haberse depositado necesariamente antes del Sakmariano (Pérmico temprano), marcando ésta la edad máxima para los eventos (biozonas y procesos ambientales-climáticos) que están por él afectados.

**Estratigrafía.** Tradicionalmente la espesa secuencia de bancos rojos sobrepuesta a la Formación Río del Peñón era referida al Pérmico y correlacionada por su litología con la sección superior del Grupo Paganzo (Formaciones Patquía, Ojo de Agua y equivalentes, Aceñolaza *et al.*, 1971; Scalabrini-Ortíz, 1973). Esta relación estratigráfica llevaba a incluir a la Formación Río del Peñón en la sección inferior del Grupo Paganzo y por lo tanto, las rocas aquí tratadas no podían ser más jóvenes que el Carbonífero más tardío. Sin embargo, recientes hallazgos producidos en la secuencia de bancos rojos sobrepuesta a la Formación Río del Peñón de restos de leños referibles a *Rhexoxylon* sp. (Limarino *et al.*, 1990; Caminos *et al.*, 1995) permitieron reubicar a esta sucesión en el Triásico Superior (Formación Santo Domingo) dejando abierta la posibilidad de que la Formación Río del Peñón pudiera haberse depositado, al menos parcialmente, durante el Pérmico.

**Invertebrados.** El miembro inferior de Formación Río del Peñón (inmediatamente por encima de los niveles con la flora de NBG) contiene elementos identificados por Cisterna y Simanauskas (2000) como "*Assemblage I*" (véase cuadro 4), que refirieron a fines del Carbonífero Tardío e inicios del Pérmico Temprano.

Por su parte en el miembro medio de la mencionada unidad identificaron más de 15 horizontes portadores de invertebrados (*cf.* Cisterna y Sabattini,

1998; Cisterna y Simanauskas, 2000; Simanauskas y Cisterna, 2000; Sterren, 2000), caracterizados como "*Assemblage* II" y "*Assemblage* III" (cuadro 4). La primera es referida a la Biozona de *Tivertonia jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus*, del Carbonífero Superior alto-Pérmico Inferior bajo. Por su parte la "Asociación III" representaría una fauna más moderna dentro del Pérmico Temprano (post-Sakmariano).

**Paleobotánica.** Sólo han sido identificado restos megaflorísticos en la parte inferior de la Formación (Carrizo y Azcuy, 1995, 1997), referibles a las Bizonas NBG (Río del Peñón) e Intervalo (Río Agua de Carlos), lo que permitiría referir la sección inferior de la unidad al Carbonífero Superior. Los restos obtenidos del miembro inferior de la Formación (nivel E) nos permite confirmar la presencia de la primera biozona en el miembro inferior.

**Palinología.** El contenido palinológico identificado en este trabajo ha permitido reconocer en la Formación Río del Peñón, las Biozonas de Asociación DM (*Raistrickia densa-Convolutispora muriornata*), más precisamente la sub-biozona C y de intervalo FS (*Pakhapites fusus-Vittatina subsaccata*) según el esquema de Césari y Gutiérrez (2001). Las edades asignadas originalmente para las mismas serían coherentes con el dato brindado por Coughlin (2000), quedando restringida para el Carbonífero Tardío la Biozona DM (Sub-biozona C), y al Pérmico Temprano la Biozona FS.

## Conclusiones

Por su posición paleogeográfica, la Formación Río del Peñón constituye una unidad clave para la correlación estratigráfica entre las secuencias depositadas en áreas mayormente continentales (cuenca Paganzo) y en las que predominaron condiciones marinas (cuencas Río Blanco y Calingasta-Uspallata). En este sentido, el hallazgo de restos palinológicos en la Formación Río del Peñón adquiere especial significación pues la información bioestratigráfica obtenida en esta unidad puede servir de nexo entre las secuencias depositadas entre los dos tipos de cuencas arriba señaladas. En especial la presencia de restos referibles a las Biozonas DM (Stephaniano) y FS (Pérmico Inferior) es importante por dos aspectos: 1) aunque estas biozonas han sido reconocidas en cuencas vecinas, no es frecuente encontrarlas representadas en un mismo perfil y 2) el pasaje entre ellas ilustra los cambios en las asociaciones palinológicas que tuvieron lugar en el límite Carbonífero-Pérmico.

Teniendo en cuenta que elementos de la Biozona DM (sub-biozona C) predominan hasta el nivel G (unos 520 m por encima de la base de la unidad) puede concluirse que el inicio de la sedimentación de la Formación Río del Peñón ocurrió durante el Stephaniano. Esta aseveración es consistente con la datación del dique riodacítico presentada por Coughlin (2000: 287,8±0,7 Ma), la que inequívocamente señala que para el Sakmariano el miembro inferior de la Formación Río del Peñón ya había sido depositado. Aunque con menor precisión, la edad stephaniana para el inicio de la depositación de la unidad es admisible si se tiene en cuenta el rango de error obtenido para la datación de una volcanita proveniente del techo de la Formación Punta de Agua (284±16, Fauqué *et al.*, 1999). Otro importante elemento de juicio lo constituye el hallazgo de elementos paleoflorísticos correspondientes a la biozona NBG en el nivel E la que es indicadora de una edad carbonífera superior. Por otro lado, para la "*Assemblage* I" de invertebrados, Cisterna y Simanauskas (2000) propusieron una edad carbonífera superior-pérmica inferior que es consistente con la edad aquí propuesta para el miembro inferior de la Formación Río del Peñón.

Ascendiendo estratigráficamente, el miembro medio de la unidad aquí tratada presenta elementos de la Biozona FS del Pérmico Inferior a partir del nivel H, por lo tanto parte del miembro medio y la totalidad del miembro superior de Río del Peñón habría sido depositado en el Pérmico Temprano. Lo dicho es consistente con los estudios de invertebrados efectuados por Cisterna y Simanauskas (2000) quienes refirieron su "*Assemblage* III" al Pérmico Inferior, más jóven que la Biozona de *Tivertonia jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus*.

De acuerdo a lo dicho la edad de la Formación Río del Peñón se habría extendido entre el Stephaniano hasta el Sakmariano (Pérmico temprano), encontrándose suprimido por falla la parte superior de la unidad. Finalmente, se propone a la Formación Río del Peñón, en especial la sección aflorante en su localidad tipo (sinclinal del Peñón), como un posible estratotipo del límite entre las Biozonas DM (sub-biozona C) y FS. Al mismo tiempo esta sección podría ser utlizada también como estratotipo del límite Carbonífero-Pérmico (hallándose el mismo entre los 350 y 500 m de la base de la secuencia), ya que es una de las pocas de América del Sur que cuenta con registros palinológicos, megaflorísticos, de invertebrados y dataciones radimétricas a lo largo del mismo perfil.

Estudios de mayor detalle en la sección aquí identificada en la Formación Río del Peñón (350-500 m de la base) nos permitirán definir con mayor precisión donde se producen los cambios en las floras y faunas neocarboníferas-eopérmicas. No obstante, debe señalarse que el dominio de la litología arenosa en dicho segmento resulta un problema para di-

cho planteo, por lo menos desde el punto de vista palinológico.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas y Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, por el financiamiento de los trabajos de gabinete con los subsidios PIP 0455 y PICT 11817, respectivamente.

## Bibliografía

Aceñolaza, F.G. 1971. Geología estratigráfica de la zona comprendida entre Punta del Agua y Rincón Blanco, Dpto. Gral. Lamadrid, La Rioja. Con especial referencia a la posición estratigráfica de los niveles fosilíferos del Carbónico marino. *Acta Geológica Lilloana* 11: 125-150.

Aceñolaza, F.G., Toselli, A.J. y Bernasconi, A. 1971. La Precordillera de Jagüe, La Rioja, Argentina. Su importancia geológica y estructural. *Acta Geológica Lilloana* 11: 259-300.

Archangelsky, S. y Cúneo, N.R. 1991. The neopaleozoic succession from northwestern Argentina. A new perspective. En: H. Ulbrich y A.C. Rocha Campos (eds.), *Gondwana Seven Proceedings, Papers presented at the Seventh International Gondwana Symposium*, pp. 469-481. Instituto de Geoçiências, Universidade de Sâo Paulo.

Archangelsky, S., Azcuy, C. L., González C. R. y Sabattini, N. 1987. XIV. Edad de las biozonas. En: S. Archangelsky (ed.), *El Sistema Carbonífero en la República Argentina*, pp. 293-301. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba).

Archangelsky, S., Azcuy, C.L., César, S.N., González, C.R., Hünicken, M.A., Mazzoni, A. y Sabattini, N. 1996. Correlación y edad de las biozonas. En: S. Archangelsky (ed.), *El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay*, pp. 203-226. Academia Nacional de Ciencias (Córdoba).

Archbold, N.W., Cisterna, G.A. y Simanauskas, T. 2004. The Gondwanan Carboniferous-Permian Boundary Revisited: New Data from Australia and Argentina. *Gondwana Research* 7: 125-133.

Balme, B.E. 1995. Fossil *in situ* spores and pollen grains: an annotated catalogue. *Review of Palaeobotany and Palynology* 87: 81-323.

Borrello, A. 1955. Los conglomerados del cerro Punta Negra, al oeste de Jagüé. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 10: 46-53.

Caminos, R., Zamuner, A., Limarino, C. y Fauqué, L. 1995. Triásico Superior fosilífero en la Precordillera riojana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 50: 262-265.

Carrizo, H.A. y Azcuy, C.L. 1995. La Zona *NBG* (Carbonífero Tardío) en las inmediaciones del río Agua de Carlos, La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 32: 271-278.

Carrizo, H.A. y Azcuy, C.L. 1997. Las fitozonas del Carbonífero Temprano de Argentina y la edad de las discordancias relacionadas: una discusión. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências 2* (numero especial): 19-27. Guraulhos.

César, S.N. y Gutiérrez, P.R. 2001. Palynostratigraphic study of the Upper Paleozoic central-western Argentinian sequences. *Palynology* 24 (2000): 113-146.

Cisterna, G.A. y Sabattini, N. 1998. Algunos Gastropoda de la Formación Río del Peñón (Carbonífero Superior-Pérmico Inferior), provincia de La Rioja, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53: 212-218.

Cisterna, G. y Simanauskas, T. 2000. Brachiopods from the Río del Peñón Formation, Río Blanco Basin, Upper Paleozoic of Argentina. *Revista Española de Paleontología* 15: 129-151.

Coughlin, T.J. 2000. *[Linked orogen-oblique zones in the central Argentine Andes: the basis of a new model for Andean orogenesis and metallogenesis*. Thesis University of Queensland, St. Lucia. 145 pp. Inédito.].

Cuerda, A.J. 1948. Nota sobre un perfil geológico en la alta cordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 3: 258-264.

Durango de Cabrera, J. 1971. Sobre el hallazgo de un alga estromatolítica de la Precordillera de La Rioja. *Acta Geológica Lilloana* 11: 223-228.

Fauqué, L. y Limarino, C.O. 1992. El Carbonífero de Agua de Lucho (Precordillera de La Rioja), su importancia tectónica y paleoambiental. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46 (1991): 103-114.

Fauqué, L.E. y Villar, M.L. 2003. Reinterpretación estratigráfica y petrología de la Formación Chuscho. Precordillera de La Rioja. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 58: 218-232.

Fauqué, L.E., Limarino, C.O., Cingolani, C., y Varela, R. 1999. Los movimientos intracarboníferos en la Precordillera riojana. *14° Congreso Geológico Argentino* (Salta), *Actas* 1: 421-424.

González, C.R. 1985. Esquema bioestratigráfico del Paleozoico Superior marino de la Cuenca de Calingasta-Iglesia, República Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 16: 231-244.

González, C.R. 1986. El Paleozoico Superior marino de la Patagonia extraandina. *Ameghiniana* 21 (1985): 125-142.

González, C.R. 1997. Late Carboniferous Bivalvia from western Argentina. *Geologica et Paleontologica* 31: 193-214.

González, C.R. y Bossi, G.E. 1986. Los depósitos carbónicos al oeste de Jagüel, La Rioja. *4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 231-236.

International Commission on Stratigraphy, 2004. International Stratigraphic Chart. www.stratigraphy.org.

Leanza, A.E. 1948. Braquiópodos y pelecípodos carboníferos en la provincia de La Rioja (Argentina). *Revista del Museo de La Plata* (n.s.), *Paleontología* 3: 237-264.

Lech, R.R. y Aceñolaza, F.G. 1987a. Braquiópodos en el Peñoniano (Carbónico Superior) de la provincia de La Rioja. *4° Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Bolivia), *Actas* 1: 255-266.

Lech, R.R. y Aceñolaza, F.G. 1987b. El género *Cancrinella* en el Carbónico Superior de Jagüe, provincia de La Rioja. *10° Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), *Actas* 3: 107-111.

Limarino, C.O., Fauqué, L. y Caminos, R.L. 1990. Facies y evolución paleoambiental de los bancos rojos triásicos del norte de la Precordillera riojana. *3° Reunión de Sedimentología* (San Juan), *Actas* 169-174.

Limarino, C.O., Caminos, R.L. y Fauqué, L. 1996. Caracterización litoestratigráfica y correlación regional de la Formación Ranchillos (Carbonífero Superior-Pérmico), Cordillera Frontal de La Rioja. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), *Actas* 1: 513-530.

Sabattini, N., Ottone, E.G. y Azcuy, C.L. 1991. La Zona de *Lissochonetes jachalensis-Streptorhynchus inaequiornatus* (Carbonífero Tardío) en la localidad de La Delfina, provincia de San Juan. *Ameghiniana* 27(1990): 75-81.

Scalabrini-Ortíz, J. 1973. El Carbónico de la Precordillera argentina al norte del río Jachal. *5° Congreso Geológico Argentino* (Carlos Paz, 1972), *Actas* 3: 387-401.

Scalabrini-Ortíz, J. y Arrondo, O.G. 1973. Contribución al conocimiento del Carbónico de los perfiles del Cerro Veladero y del Río del Peñón (Precordillera de La Rioja). *Revista del Museo de La Plata* (nueva serie), *Sección Geología* 8: 257-279.

Simanauskas, T. y Cisterna, G. 2000. A paleo-opportubistic brachiopod from the Early Permian of Argentina. *Alcheringa* 24: 45-53.

Sterren, A.F. 2000. Moluscos bivalvos en la Formación Río del Peñón (Carbonífero Tardío-Pérmico Temprano), provincia de

La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 37: 421-438.
Wood, G.D., Gabriel, A.M. y Lawson, J.C. 1996. Palynological techniques-processing and microscopy. En: J. Jansonius y D.C.McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications* 1: 29-50. American Associations of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas.

**Recibido:** 4 de febrero de 2005.
**Aceptado:** 10 de noviembre de 2005.

**Anexo I.** Cantidad de ejemplares (ej.) identificados para cada género por nivel (Asociación)

| Nivel (Asociación) | L | J | I | H | G | F | E | | D | | C | | A | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| BA Pal | 5488 | 5484 | 5483 | 5481 | 5480 | 5479 | 5476 | 5490 | 5475 | 5474 | 5473 | 5489 | 5466 | 5493 | 5492 |
| Licofitas | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. | ej. |
| *Cristatisporites* | 48 | 8 | 15 | 8 | 22 | 7 | 30 | 89 | 126 | 58 | 60 | 10 | 79 | 130 | 89 |
| *Spinozonotriletes* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| *Densosporites* | 5 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| *Vallatisporites* | 2 | 6 | 3 | 0 | 6 | 7 | 2 | 22 | 25 | 9 | 10 | 9 | 28 | 9 | 23 |
| *Kraeuselisporites* | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 7 | 5 | 3 | 10 | 5 | 8 | 15 | 3 |
| *Lundbladispora* | 11 | 0 | 0 | 7 | 3 | 3 | 4 | 8 | 10 | 8 | 10 | 8 | 7 | 17 | 10 |
| *Grosusporites* | 8 | 0 | 7 | 5 | 1 | 22 | 4 | 5 | 5 | 9 | 4 | 10 | 0 | 8 | 3 |
| Espora camerada | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Spelaeotriletes* | 2 | 0 | 0 | 7 | 3 | 9 | 6 | 8 | 5 | 3 | 0 | 2 | 9 | 2 | 4 |
| *Rugospora* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pteridofitas | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Verrucosisporites* | 3 | 0 | 2 | 0 | 3 | 6 | 4 | 7 | 3 | 0 | 5 | 3 | 3 | 3 | 0 |
| *Granulatisporites* | 5 | 0 | 3 | 0 | 8 | 4 | 6 | 4 | 5 | 5 | 6 | 5 | 8 | 6 | 1 |
| *Lophotriletes* | 4 | 4 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 3 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| *Horriditriletes* | 3 | 4 | 3 | 0 | 2 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| *Raistrickia* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| *Tricidarisporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| *Apiculatasporites* | 7 | 1 | 2 | 0 | 11 | 20 | 7 | 4 | 4 | 7 | 0 | 3 | 5 | 0 | 10 |
| *Apiculatisporis* | 7 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 8 | 5 | 4 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| *Anapiculatisporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| *Stenozotriletes* | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Cyclogranisporites* | 0 | 5 | 0 | 8 | 20 | 4 | 20 | 8 | 7 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 2 |
| *Brevitriletes* | 2 | 0 | 2 | 0 | 4 | 2 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 |
| *Convolutispora* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Diatomozonotriletes* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Dictyotriletes?* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| *Foveosporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| *Microreticulatisporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Reticulatisporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 2 | 2 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| *Leiotriletes* | 3 | 5 | 0 | 0 | 25 | 8 | 9 | 7 | 9 | 20 | 7 | 8 | 3 | 13 | 4 |
| *Punctatisporites* | 54 | 13 | 23 | 30 | 38 | 32 | 58 | 51 | 76 | 70 | 45 | 84 | 20 | 30 | 35 |
| *Retusotriletes* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 5 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 3 |
| Esfenofitas | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Calamospora* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| *Laevigatosporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gimnospermas | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Barakarites* | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Potonieisporites* | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| *Plicatipollenites* | 4 | 0 | 1 | 3 | 5 | 3 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Cannanoropollis* | 4 | 0 | 1 | 4 | 4 | 9 | 2 | 3 | 5 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| *Cahenisaccites* | 4 | 0 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Circumplicatipollis* | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Crucisaccites* | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Latusipollenites* | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| GPMS | 1 | 23 | 15 | 5 | 4 | 10 | 3 | 7 | 1 | 3 | 6 | 1 | 6 | 6 | 1 |
| GPBS | 1 | 10 | 5 | 2 | 7 | 6 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| *Chordasporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Colpisaccites* | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Limitisporites* | 2 | 8 | 0 | 4 | 3 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7 | 2 | 3 |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Platysaccus* | 0 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Striatopodocarpites* | 2 | 0 | 2 | 2 | 5 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pteridospermas+Glossopteridales | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Alisporites* | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Pteruchipollenites* | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Scheuringipollenites* | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Polarisaccites* | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| GPEstriado | 2 | 1 | 5 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Protohaploxypinus* | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Vittatina* | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prasinofitas | | | | | | | | | | | | | | | |
| *Brazilea* | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 2 | 2 | 0 | 2 | 1 | 4 | 0 | 0 |
| *Navifusa* | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| Total de ejemplares | 200 | 100 | 100 | 100 | 200 | 200 | 200 | 250 | 350 | 200 | 170 | 170 | 200 | 250 | 200 |

**Trilobites gigantes das ardósias de Canelas (Arouca). Sá, A. A. y Gutiérrez-Marco, J.C. (Coord.) 2006, *Ardósias Valério & Figueiredo, Ltda. Edit.* 205 pp.**

De reciente impresión, el libro da una excelente descripción de la cantera de pizarras ordovícicas de Canelas (Portugal) en la cual se encuentra uno de los más destacados yacimientos con trilobites de un inusual tamaño y preservación del mundo. Esta obra abarca una serie de temas tales como una descripción histórica del yacimiento llevado a cabo por Manuel Valério, una descripción de la geología del sector desarrollada por Artur Sá, una reseña sobre las publicaciones previas y el nuevo Centro de Interpretación Geológica allí instalado, escrito por A. Sá y M. Valério. La responsabilidad del estudio paleontológico está coordinada por Juan Carlos Gutiérrez Marco y A. Sá. En primer lugar hay una amplia descripción sobre la fauna de trilobites allí presente, la que es abordada con un estricto criterio científico con la colaboración de Isabel Rábano. J.C. Gutiérrez Marco junto a A. Sá. Describen de igual manera moluscos, braquiópodos, equinodermos, hiolítidos, conularias, ostrácodos, graptolitos e icnofósiles. José Manuel Piçarra desarrolla una sinopsis de los fósiles silúricos de Canelas. Aspectos tales como la mineralización aurífera en las rocas ordovícicas del sector, como asimismo la descripción de antiguas minas romanas son reseñadas por Helena Couto, M. Valério y António Silva. Hay un epílogo realizado por el oncobiologista portugués Manuel Sobrinho Simões, que hace una interpretación de los trilobites del sector a partir de su relación con otros organismos y la posible vinculación mediante el ADN.

Así planteado el desarrollo de la obra no se puede otra cosa que destacarla, no sólo por su contenido científico, sino también por la calidad de impresión. La misma tiene un formato de 18 x 24 cm, tapa blanda a todo color, impresa en papel ilustración con excelentes fotografías a color que sirven para mejor apreciar los detalles de esta extraordinaria fauna fósil de la Formación Valongo del Oretaniano (Ordovícico Medio) de Canelas. Allí, en 1865, se instaló una cantera de explotación de pizarras de techar que aún se encuentra en plena explotación. Se descubrieron los más grandes trilobites tolerantes a ambientes disaeróbicos cuyo tamaño alcanza frecuentemente varias decenas de centímetros de longitud antero-posterior hasta casi un metro. El estado de preservación es de impresión en el sedimento pelítico a veces el caparazón aparece mineralizado con pirita. Formas como *Ectillaenus*, *Pateraspis*, *Hungioides*, *Nobiliasaphus* y *Ogyginus* se destacan en el conjunto fosilífero. Entre la fauna asociada están moluscos del género *Babinka* y *Tolmachovia,* equinodermos cistoideos, braquiópodos como *Paranelorthis* y *Salopia*, y otros como *Metaconularia* y *Pauxillites*. También son de destacar graptolitos muy bien conservados de *Didymograptus*, *Aulograptus*, *Glossograptus*, entre otros. Hay además icnofósiles de gran tamaño como es el caso de la forma circular de casi 1 m de diámetro llamada *Rotundusichnium*, *Planolites*, *Arachnostega*; en las facies arenosas de mayor energía, *Cruziana* y *Daedalus*.

Debe destacarse que la empresa minera que explota la cantera ha asumido la responsabilidad de la conservación del material que allí se extrae creando un Centro de Interpretación para visitantes y científicos, y además ha remitido ejemplares de estas pizarras fosilíferas a distintos museos e instituciones de Portugal y otras partes del mundo, como una manera de hacer conocer la potencialidad y características de las mismas. El centro interpretativo, edificado íntegramente en pizarra y de un avanzado diseño arquitectónico, constituye la sede para el futuro Geoparque Arouca, cuya candidatura está siendo preparada siguiendo las directrices de Unesco.

Los autores de la obra son calificados especialistas cuyo conocimiento es reconocido internacionalmente, lo que sin dudas otorga un mayor valor científico a la publicación. Particularmente el Dr. Juan Carlos Gutiérrez Marco, miembro de la Academia Nacional de Córdoba, no sólo ha sido el motor principal de su edición sino que es un incansable investigador de los fósiles que contienen las rocas ordovícicas del mundo. Es uno de los expertos que anualmente visita nuestro país y orientador de trabajos de jóvenes científicos argentinos que encuentran en él una sabia guía para enfocar trabajos en este campo.

*Florencio G. Aceñolaza*