

Hallazgo de depósitos cretácicos en la Precordillera de La Rioja (Formación Ciénaga del Río Huaco)

Patricia L. CICCIOLO¹, Sara BALLENT^{2,4}, Ana M. TEDESCO¹, Viviana BARREDA^{3,4}
y Carlos O. LIMARINO^{1,4}

¹ Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Universitaria, Pabellón 2, Buenos Aires, C1428EHA. ciccio@gl.fcen.uba.ar

² Departamento de Paleontología Invertebrados, Museo de Ciencias Naturales de La Plata, Paseo del Bosque s/n°, (1900) La Plata. sballent@museo.fcym.unlp.edu.ar

³ Museo Argentino de Ciencias Naturales «Bernardino Rivadavia». Av. Ángel Gallardo 470, C1405DJR, Buenos Aires.

⁴ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

RESUMEN. En este trabajo se da a conocer el hallazgo de sedimentitas maastrichtianas en la Precordillera septentrional (provincia de La Rioja). Se trata de una secuencia de bancos rojos de unos 122 m de espesor compuesta por areniscas, pelitas, margas y delgados niveles de evaporitas. Estas rocas fueron divididas en seis asociaciones de facies, las que caracterizan en su mayor parte a un sistema lacustre desarrollado bajo condiciones áridas o semiáridas. Probablemente como resultado de un incremento en la aridez, los sedimentos lacustres fueron reemplazados por condiciones de sedimentación eólica bien representadas en el techo de la unidad. La secuencia lacustre muestra al menos dos ciclos de expansión-contracción, el primero es el de mayor desarrollo, dominado durante el estado de máxima inundación por niveles de pelitas negras fosilíferas. Estos últimos han provisto microfósiles calcáreos, palinomorfos y restos de gastrópodos en regular estado de preservación. Los microfósiles calcáreos incluyen charophytas y ostrácodos. Entre las algas (girogonites) se han identificado *Platychara compressa* y *Tectochara sp.* A. mientras que los ostrácodos están representados por *Ilyocypris wichmanni punctata*, *Eucandona? sp.*, *Cypridopsis sp.* y *Ovocytheridea? rionegrensis*. Los palinomorfos aparecen como una asociación monoespecífica de colonias de algas del género *Pediastrum*. Las características litológicas, ubicación estratigráfica y el contenido fosilífero permiten correlacionar estos bancos rojos con los de la Formación Ciénaga del Río Huaco. La citada correlación amplia considerablemente la distribución regional de las sedimentitas cretácicas anteriormente limitadas a la Precordillera de San Juan.

Palabras claves: Cretácico, Precordillera, La Rioja, Evaporites, Depósitos continentales

ABSTRACT. *Cretaceous deposits in the Precordillera of La Rioja (Ciénaga del Río Huaco Formation).* This paper reports the presence of Maastrichtian rocks in the north of the Precordillera (La Rioja province). The Cretaceous succession (122 m thick) is a classical red bed sequence composed of sandstones, mudstones, marls and thin levels of evaporites. According to lithological features 6 facies associations have been recognized that mainly characterize a lacustrine system developed under arid to semiarid conditions. Probably as a result of an increase in aridity, eolian sediments were deposited at the top of the Cretaceous unit. At least two transgressive-regressive events have been recognized in the lacustrine sequence. The best developed is the first event formed by fossiliferous black shales corresponding to the maximum flooding stage. These rocks have yield remains of calcareous microfossils, palynomorphs and gastropods. The former comprise charophytes, with *Platychara compressa* (Knowlton) and *Tectochara sp.* A. Musacchio, and ostracods, with *Ilyocypris wichmanni punctata* Musacchio y Simeoni, *Eucandona? sp.*, *Cypridopsis* and *Ovocytheridea? rionegrensis* Musacchio. Palinomorphs form a monospecific assemblage of algae colonies corresponding to *Pediastrum*. The lithological features, stratigraphic location and fossiliferous remains clearly suggest a regional correlation with the Ciénaga del Río Huaco Formation. This correlation considerably enlarge the regional distribution of the Cretaceous sediments which were previously limited to the Precordillera of San Juan province.

Keywords: Cretaceous, Precordillera, La Rioja, Evaporites, Continental deposits

Introducción

El hallazgo de sedimentitas maastrichtianas en la Precordillera septentrional resulta una pieza clave para la reconstrucción paleogeográfica y paleoambiental del Cretácico del noroeste argentino. Estas rocas, cuya existencia fue ignorada durante muchos años, fueron reconocidas por primera vez por Chaía (1990) y Pérez *et al.* (1993) al estudiar los afloramientos

del área de Ciénaga del Vallecito en la provincia de San Juan y años más tarde identificadas con el nombre de Formación Ciénaga del Río Huaco por Limarino *et al.* (2000). Aunque la extensión de estas sedimentitas, formando una faja discontinua sobre la vertiente oriental de la Precordillera, había sido sugerida en trabajos anteriores (Limarino *et al.* 2000 y Caselli *et al.* 2002), no se contaba hasta la fecha con registros bioestratigráficos que permitieran corroborar en forma fehaciente

ciente la existencia de Cretácico en otras localidades fuera de la región de Vallecito. Es más, las capas cretácicas de la Precordillera septentrional han sido por lo general incluidas dentro del Piso II de los Estratos de Paganzo y asignadas por lo tanto al Pérmico (Braccacini 1946; Furque 1963 y 1972; López Gamundí *et al.* 1985; Limarino *et al.* 1987). Su inclusión dentro del Grupo Paganzo resulta comprensible, ya que la Formación Ciénaga del Río Huaco es una secuencia de bancos rojos de características similares a las unidades pérmicas de la región. Lo dicho expone claramente las dificultades de identificar y separar esta unidad de las secuencias de bancos rojos infra y suprayacentes, tal como fuera acertadamente señalado por Jordan *et al.* (1993). En este sentido, sólo estudios lito y bioestratigráficos de detalle permitirán precisar la extensión regional del Cretácico en la región. De acuerdo con lo antes mencionado, en esta contribución se estudia la posición estratigráfica de un conjunto de bancos rojos aflorantes sobre la ladera oriental del Cordón de La Flecha (provincia de La Rioja), asignados en anteriores trabajos a la Formación Ojo de Agua (Pérmico, Furque 1972). En particular, se analizan y correlacionan las características litológicas de la secuencia, sus relaciones estratigráficas, evolución paleoambiental y se da a conocer el hallazgo de material palinológico, charáceas y de faunas de ostrácodos que permiten precisar la edad de la sucesión estudiada.

Ubicación y marco geológico

La zona de estudio se encuentra en el sector septentrional de la Precordillera Central de La Rioja, aproximadamente 20 km al nor-noroeste de la localidad de Guandacol. Los afloramientos cretácicos conforman una faja continua de rumbo meridional, que se extienden sobre el flanco oriental del sinclinal que constituye el Cordón de La Flecha entre los 29°24' y 29°18' de latitud sur y entre los 68°44' y 69°35' de longitud oeste.

La constitución geológica del área es variada y se sintetiza en el mapa de la Figura 1. Las rocas más antiguas corresponden a la Formación San Juan (Amos 1954) integrada por calizas de edad ordovícica que se encuentran en relación de paraconcordancia con las areniscas y conglomerados carbonífero-pérmicos de la Formación Panacán (Furque 1963). Estas rocas son cubiertas por una conspicua secuencia de bancos rojos, hasta el presente referida al Pérmico (Formación Ojo de Agua), y que resulta el objeto del presente estudio. Este intervalo ha sido dividido en el mapa en tres unidades: 1) la secuencia basal, correlacionada con la Formación Santo Domingo (Triásico Superior - Jurásico Inferior, Limarino *et al.* 1990, Caminos *et al.* 1995), 2) el tramo medio incluido dentro de la Formación Ciénaga del Río Huaco (Limarino *et al.* 2000) y reubicado en el Cretácico y 3) la parte cuspidal correspondiente a la Formación Puesto La Flecha (Caselli *et al.* 2002) del Oligoceno-Mioceno inferior (de la Fuente *et al.* 2003). Las sedimentitas de la Formación Ciénaga del Río Huaco descansan en discordancia erosiva sobre los estratos rojos de la Formación Santo Domingo y son sucedidas en idéntica relación por pelitas, areniscas y escasos conglomerados con restos de tortugas (de la Fuente *et al.* 2003) incluidos en la Formación Puesto La Flecha. En concordancia se encuentra la Formación

Vallecito (Borello y Cuerda 1968), del Mioceno medio a superior, la que consiste en una monótona sucesión de areniscas de color pardo rojizo con estratificación entrecruzada de gran escala. Sobreyace a este conjunto la Formación Vinchina (Turner 1964) constituida por una espesa secuencia de areniscas y pelitas rojas del Mioceno superior. El Plioceno está representado en el área por las Formaciones Zapallar (Zuccolillo 1963) y El Corral (Furque 1963), que indican la sedimentación fluvial resultante del ascenso y estructuración de los principales cordones precordilleranos. Finalmente, en el sector occidental se hallan extendidas acumulaciones de rodados pleistocenos correspondientes a abanicos aluviales disectados y sedimentos recientes.

Formación Ciénaga del Río huaco

Los afloramientos de la Formación Ciénaga del Río Huaco constituyen una faja continua con rumbo meridional que se extiende en el flanco oriental del sinclinal que constituye el cerro de La Flecha (Fig. 1). Esta unidad presenta un espesor variable alcanzando 122 metros de espesor en la quebrada de La Flecha, desde allí y hacia el norte disminuye su espesor.

La base de la secuencia sólo está expuesta al sur del área estudiada (Fig. 1), donde la Formación Ciénaga del Río Huaco se apoya en discordancia erosiva sobre estratos rojos, que por su similitud litológica han sido aquí correlacionados con la Formación Santo Domingo (Triásico Superior-Jurásico Inferior). El techo de la unidad es también marcado por una discordancia erosiva, representada por un persistente banco de brechas que caracteriza la base de la Formación Puesto La Flecha (Caselli *et al.* 2002). Este horizonte, de no más de 5 m de espesor, incluye pequeños (centimétricos) fragmentos de areniscas rojizas muy probablemente provenientes de la infrayacente unidad cretácica.

La Formación Ciénaga del Río Huaco fue estudiada en la quebrada de La Flecha, donde se levantó un perfil de detalle (Fig. 2), en el cual se reconocieron seis asociaciones de facies, cada una caracterizada por su litología, estructuras sedimentarias, forma de bancos y ciclicidad (Cuadro 1).

Descripción de las asociaciones de facies

Asociación de areniscas con intercalaciones pelíticas (AF1): Esta unidad alcanza 4 metros de espesor. Empieza con bancos lenticulares de base erosiva, formados por areniscas finas de color castaño rojizo con estratificación entrecruzada tabular planar (St) en *sets* de hasta 20 cm de espesor. Algunos de estos bancos presentan hacia el techo laminación ondulítica (Sr-Fr), deformación por carga, estructura plato y pilar y laminación heterolítica (Swh) del tipo *flaser*; siendo además frecuentes las capas masivas exhibiendo intensa bioturbación vertical y horizontal (Smb) representada por tubos (*burrows*). Localmente aparecen bancos de areniscas con laminación paralela de alto régimen de flujo (Sh) y laminación por *parting* (Shp), que pasan verticalmente a niveles con laminación ondulítica (Sr) y culminan con areniscas masivas (Sm) con techo onduloso. Estas rocas con frecuencia se asocian a areniscas finas de color verde, en lentes de 1 m de ancho y 10 cm

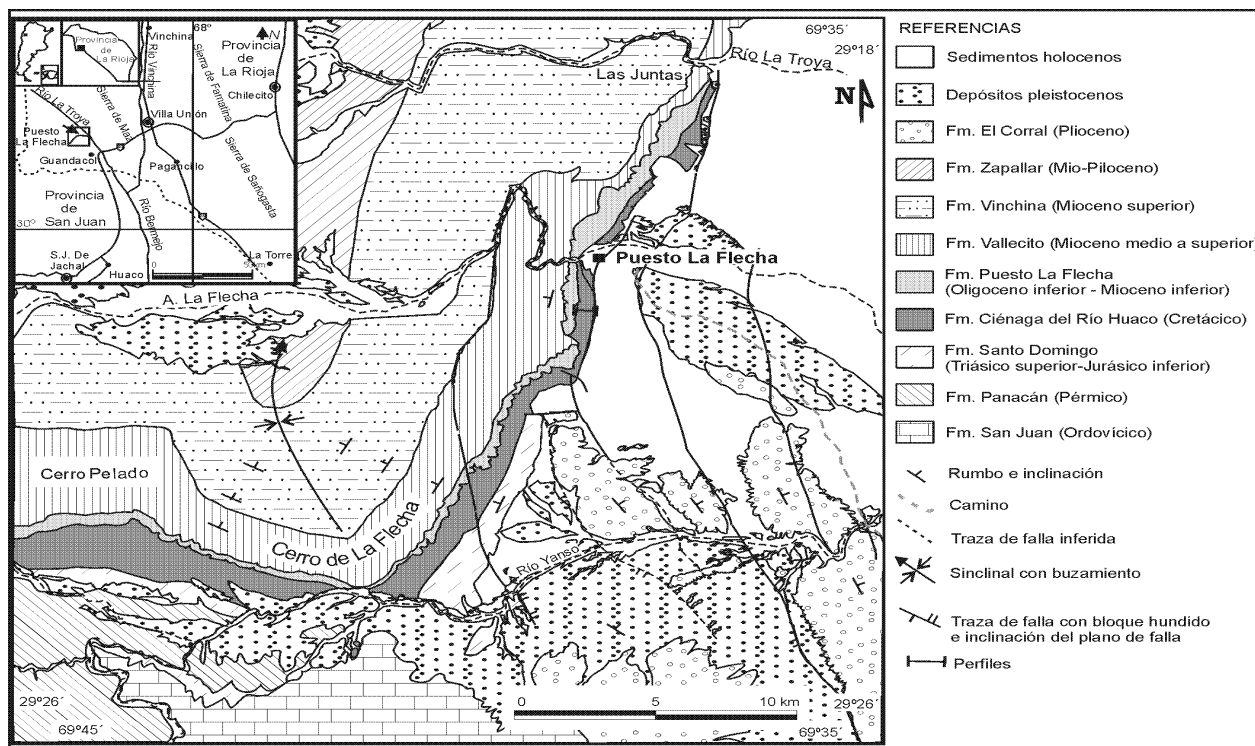


Figura 1: Mapas de ubicación y geológico del área de estudio.

de espesor con laminación ondulítica de oleaje (Srw).

Cada uno de estos bancos está separado por delgadas láminas de pelitas rojas con laminación horizontal (F1) y menos frecuentemente ondulítica (Fr), con espesores que varían desde 3 cm en la base hasta 50 cm en el tope de la unidad.

Asociación de pelitas negras fosilíferas (AF2): Esta unidad de sólo 3 metros de espesor resulta la más interesante por su contenido fosilífero. Está formada por pelitas negras laminadas (F1) con intercalaciones de finas láminas de yeso (Y1), las que muestran esporádicas intercalaciones de hasta 1 cm de espesor de niveles de microcoquinas compuestas por caparzones de ostrácodos. En ocasiones también aparecen delgados bancos de margas y calizas con concentraciones de conchillas de gastrópodos de baja diversidad, las que se encuentran orientadas con su eje mayor paralelo a la estratificación (Fig. 3A). Se trata de *packstones*, (según la clasificación de Dunham 1962), clasto-sostén donde la fracción bioclástica se haya compuesta principalmente por conchillas enteras de gastrópodos de hasta 2 cm (tamaño grava), que presentan sus cámaras-habitación rellenas con fragmentos esqueléticos de ostrácodos, fango micrítico con abundante óxido ferruginoso y textura geopetal (Fig. 3B-C). Los niveles fosilíferos más adelante descritos corresponden a esta facies.

Asociación de pelitas rojas con intercalaciones de areniscas (AF3): Esta facies, de 34 m de espesor presenta un pasaje transicional con la anteriormente descrita, caracterizado por la desaparición de los niveles de pelitas negras y calizas. Esta integrada por bancos tabulares de pelitas rojas con laminación horizontal (F1) y ondulítica de oleaje (Fr), siendo

menos frecuentes las pelitas macizas (Fm). Ocasionalmente se intercalan bancos lenticulares con base ligeramente erosiva de areniscas rojas de grano fino que internamente muestran laminación ondulítica de corriente (Src) o conforman bancos masivos (Sm).

Verticalmente esta facies muestra una progresiva disminución en la proporción de bancos de areniscas, asociada a la aparición de niveles de yeso (Y1) de 10 cm de espesor, los que se hacen más frecuentes hacia el techo de la unidad.

Asociación de pelitas y yesos interestratificados (AF4): Muestra características similares a la anteriormente descrita pero se diferencia de ella por la ausencia de niveles arenosos y la importante participación de bancos de evaporitas. Presenta un espesor de 36 metros y se encuentra enteramente compuesta por pelitas rojas junto a niveles de yeso. Las primeras conforman estratos tabulares, de base plana y contactos netos, que con frecuencia exhiben laminación ondulítica de oleaje (Fr) u horizontal (F1). Por su parte los niveles de evaporitas, aparecen aquí representados por intercalaciones de yeso laminar (Y1) y nodular en niveles de hasta 30 cm de espesor.

Asociación de pelitas rojas con intercalaciones de calizas y yeso (AF5): Esta facies presenta un espesor de 35 metros y consiste de pelitas rojas con laminación ondulítica de oleaje (Fr) y horizontal (F1), que intercalan bancos de calizas gris oscuras (Pp) y niveles margosos con abundantes concreciones calcáreas. Los bancos de calizas alcanzan hasta 25 cm de espesor, son tabulares a lentiformes, formados por *grainstones* compuestos por un 79% de peloides de formas esféricas e irregulares de 0.1 a 5 mm de diámetro con contornos

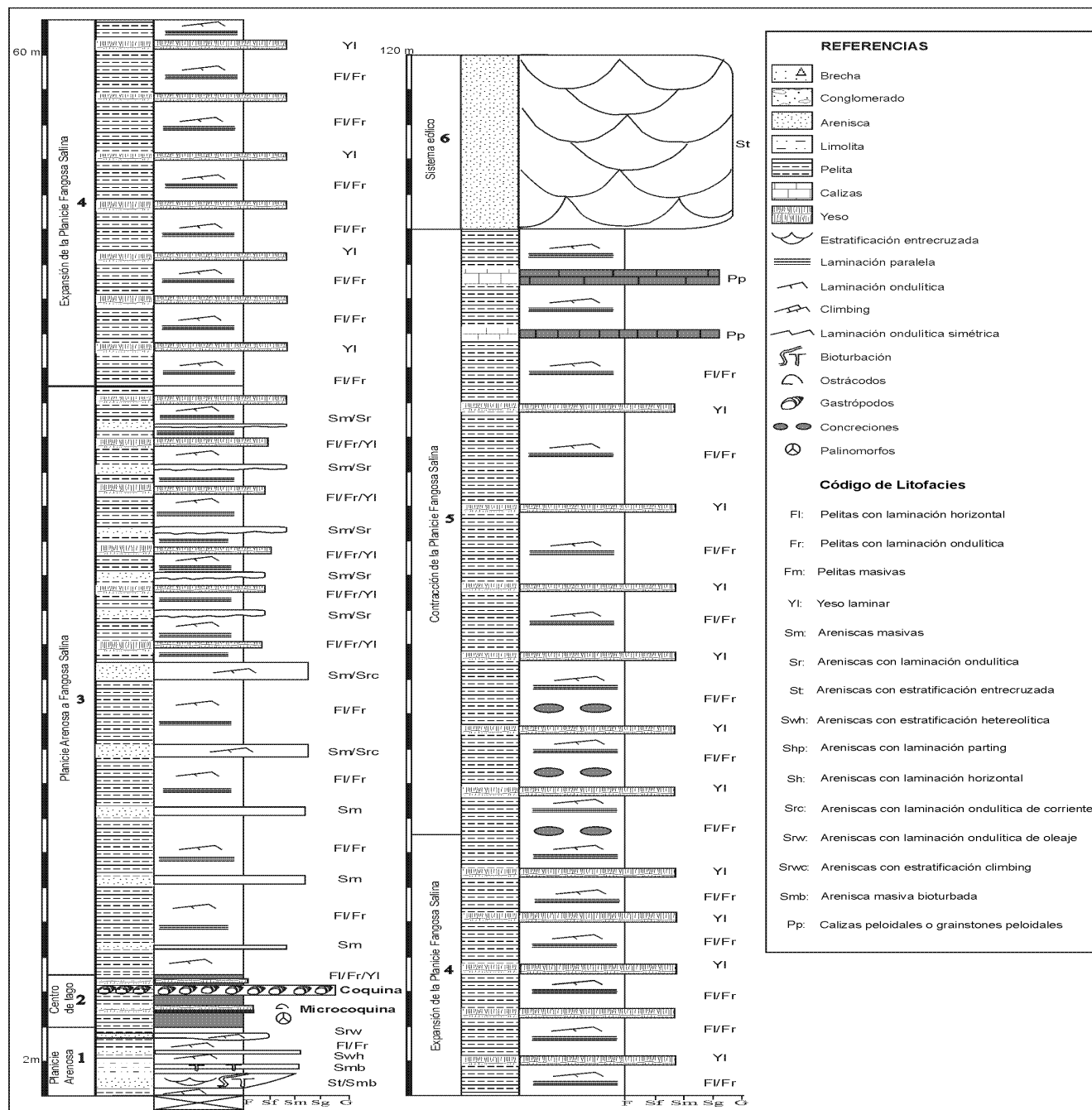


Figura 2: Perfil sedimentológico de la Formación Ciénaga del Río Huaco (Cretácico) en el área de la quebrada de La Flecha. Se detallan las distintas asociaciones de facies reconocidas con sus respectivas litofacies (códigos) y la ubicación de los niveles fosilíferos.

principalmente sinuosos, cementados por esparita con textura en mosaico de composición dolomítica y calcítica (13%). Los peloides (véase Fig. 3D) se encuentran internamente re-cristalizados, aumentando el tamaño de los cristales desde la superficie hasta el centro de los mismos (de micrita a microesparita). Óxidos de hierro aparecen mayormente formando coatings, y en algunos casos se distribuyen conjuntamente con materia orgánica relleno los espacios entre las partículas.

Asociación de areniscas con estratificación entrecruzada (AF6): Esta unidad presenta contacto neto con la anteriormente descrita. Se encuentra integrada por 10 metros de areniscas cuarzo-feldespáticas finas a muy finas, en ocasiones medianas, de color castaño, las que muestran estratificación entrecruzada a gran escala (St). Los sets alcanzan hasta 3 m de espesor, resultando las capas frontales frecuentemente asintóticas a la base.

Observadas al microscopio, las areniscas carecen de ma-

Cuadro 1: Asociaciones de facies reconocidas en la Formación Ciénaga del Río Huaco (Cretácico).

Asociaciones de Facies	Características	Espesor (metros)	Interpretación
AF1: Areniscas con intercalaciones pelíticas	Litofacies St, Sr, Sh, Sm, Srw, Swh, Src, Fl, Fr. Base cubierta y techo transicional.	4 m	Planicie arenosa (<i>sand flat</i>).
AF2: Pelitas negras fosilíferas	Litofacies Fl, Yl y niveles de microcoquinas (ostrácodos) y coquinas (gastropodos). Base y techo transicionales.	3 m	Centro de lago (<i>mud flat</i>).
AF3: Pelitas rojas con intercalaciones de areniscas y yeso	Litofacies Fl, Fr, Sr, Sm y Yl con base y techo transicionales.	34 m	Transición de centro de lago (<i>mud flat</i>) a planicie arenosa (<i>sand flat</i>).
AF4: Pelitas y yesos interestratificados	Secuencia de Fr, Fl con Yl. Base y techo transicionales	36 m	Planicie fangosa salina (<i>saline mud flat</i>)
AF5: Pelitas rojas con intercalaciones de calizas y yeso	Litofacies Fr, Fl con Pp, Sh, Sr. Base transicional y techo neto.	35 m	Contracción de la planicie fangosa salina (<i>saline mud flat</i>).
AF6: Areniscas con estratificación entrecruzada	Litofacies St en sets de 3m. Base neta.	10 m	Sistema eólico.

triz y de clastos mayores a 2 mm, resultan bien a muy bien seleccionadas, mostrando fábrica cerrada con contactos tangenciales y rectos. Los clastos son subredondeados a subangulares y presentan crecimiento secundario de sílice e importante alteración a arcillas autigénicas.

Paleoambientes sedimentarios

La sucesión aquí estudiada representa una clásica secuencia de bancos rojos continentales, dominados por un sistema depositacional de lago efímero clástico-evaporítico (AF1, AF2, AF3, AF4 y AF5), cubierto por areniscas eólicas que coronan regionalmente la sucesión (AF6).

El sistema lacustre muestra diferentes asociaciones de facies que representan distintos estados de desarrollo del cuerpo de agua (véase Fig. 4). Así por ejemplo, las areniscas finas de la asociación de facies 1 es muy probable que representen depósitos de planicie arenosa (*sand flat*) que circundan los lagos efímeros (Hubert y Hyde 1982 y Hardie *et al.* 1978). Estas rocas se habrían depositado en condiciones de alto régimen de flujo, como lo atestigua la estratificación horizontal asociada a lineación por partición. Por otro lado, las areniscas con estratificación entrecruzada en *sets* delgados y medianos, pueden corresponder a acumulaciones de barras de desembocadura y microdeltas, frecuentemente encontradas en la planicie arenosa interna. Por el contrario, las areniscas con laminación ondulítica de corriente podrían resultar de flujos laminares en fase de bajo régimen formados durante la declinación de las crecientes (Hubert y Hyde 1982). En este contexto la laminación ondulítica tipo *flaser* indicaría los estadios de menor velocidad de flujos sobrecargados en material fino (Martin 2000).

La asociación de facies 2 se superpone a la anterior mediante una superficie de inundación lacustre, sobre ella se

depositaron pelitas negras laminadas con muy delgadas intercalaciones de yeso. Probablemente este intervalo representa el estado de mayor expansión del lago, en el que privó la decantación de material fino y, al menos temporalmente, condiciones reductoras (Allen y Collinson 1986). Este estado de muy baja energía habría favorecido el desarrollo, acumulación y preservación de materia orgánica y los restos palinológicos de algas. Por otro lado, durante períodos de desecación estacional se produjo la precipitación de milimétricas hasta centimétricas láminas de carbonato o yeso, indicando condiciones temporarias de extrema salinidad (Berner 1981). A estos niveles se asocian las concentraciones de caparzones de ostrácodos y la formación de coquinas de gastrópodos, indicando probablemente la súbita muerte de los organismos debido a las condiciones de hipersalinidad. En forma transicional, se apoya la asociación de pelitas con intercalaciones de areniscas (AF3), en nuestra interpretación estas rocas señalan la progradación de las facies costeras hacia el interior del lago. En este contexto el mayor influjo clástico inhibió la formación de calizas y diseminó la materia orgánica impidiendo la acumulación de pelitas negras. La alternancia de capas fangosas con areniscas finas, mostrando tanto estructuras de oleaje (laminación ondulítica oscilatoria) como de corriente (laminación ondulítica ascendente), probablemente indica la alternancia de períodos de crecientes que inducían el desarrollo de corrientes de fondo poco competentes y períodos de baja energía caracterizados por la decantación de material fino y el delicado retrabajo de oleaje de las arenas y los fangos. La asociación de facies 4 representa una nueva expansión del cuerpo lacustre (véase Fig. 4), que llevó a la desaparición de las areniscas finas reemplazadas por limos y arcillas. Es probable que la tasa de sedimentación haya disminuido en este intervalo, lo que favoreció la decantación de material fino y la formación de niveles de yeso en los períodos de intensa dese-

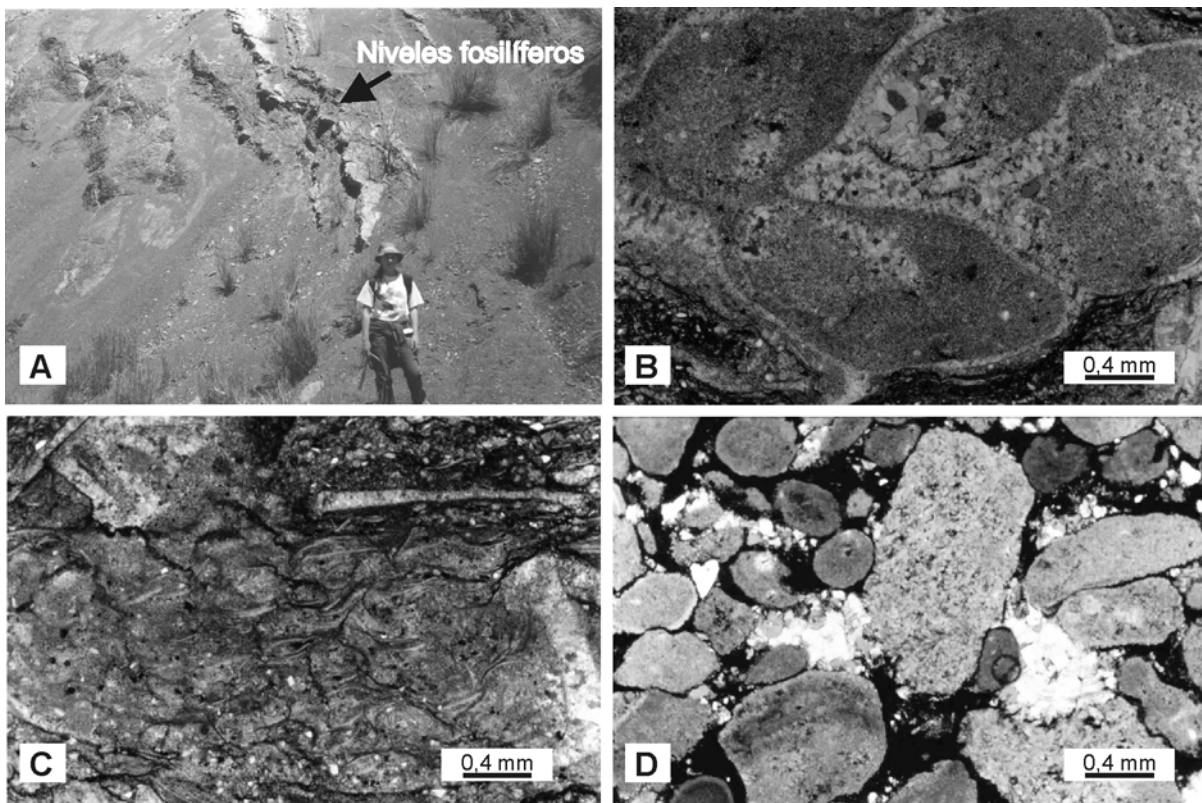


Figura 3: A. Sucesión de pelitas negras con niveles fosilíferos (coquinas y microcoquinas) de la Formación Ciénaga del Río Huaco (Cretácico) en la quebrada de Yanso (La Rioja). B. Corte petrográfico del *packstone* (coquina); obsérvese la conchilla de gastrópodo con textura geopetal y el cemento ferruginoso (Aumento X4); C. Concentraciones de caparzones de ostrácodos rellenando las cámaras-habitación de los gastrópodos (Aumento X4) y D. Corte petrográfico del *grainstones* compuesto principalmente por peloides (Aumento X4); obsérvese las formas irregulares de los mismos y las pátinas de óxidos de hierro (*coatings*). Escala gráfica=0,4 mm.

cación. La ausencia de pelitas negras puede ser interpretada de dos formas, o bien las condiciones propias del lago no favorecieron una alta productividad del cuerpo de agua o no se establecieron en él condiciones reductoras que favorecieran la preservación de los restos orgánicos. Este último hecho probablemente esté asociado a una tasa de sedimentación que no fue lo suficientemente baja como para favorecer la concentración de la materia orgánica.

Probablemente, un aumento en la aridez se produjo hacia los términos superiores de la secuencia aquí descrita, lo dicho se basa en el aumento de depósitos evaporíticos en la asociación de facies 5 y la aparición de eolianitas en la asociación 6. En este sentido, las pelitas rojas con intercalaciones de pelitas y yeso (AF5), coronan el sistema lacustre, no parecen señalar la progradación del ambiente costero de planicie arenosa, sino más bien la desecación del sistema bajo un régimen restrictivo de aporte de sedimentos que favoreció la sedimentación mixta clástica-evaporítica.

La asociación de areniscas con estratificación entrecruzada de escala grande (AF6) muestra en nuestra interpretación un claro origen eólico. Avalan lo dicho el carácter fino a muy fino de las areniscas, su muy buena selección, la composición exclusivamente arenosa del intervalo, la ausencia de paleocanales, gravillas o superficies erosivas y la presencia de

sets entrecruzados de hasta 3 m de espesor (Kocurek 1996). La formación de estas eolianitas se habría visto favorecida por la alta disponibilidad de arena que ofrece la planicie arenosa al producirse la desecación del lago, y por las condiciones de aridez o semiaridez que indudablemente privaron en este intervalo.

En síntesis, la Formación Ciénaga del Río Huaco en el área de la quebrada de La Flecha fue en su mayor parte depositada en un ambiente de lago efímero (clástico-evaporítico), el que estuvo sujeto durante su evolución a, al menos, dos ciclos de expansión lacustre. Las condiciones de semiaridez que caracterizan a la parte inferior y media de la secuencia, están claramente evidenciadas por la existencia de niveles de evaporitas, con sólo localizada preservación de restos orgánicos. Hacia el techo de la formación, un aumento en la aridez habría favorecido la desecación completa del cuerpo de agua y la instauración de un sistema eólico.

Finalmente, teniendo en cuenta la importante distribución areal que estos depósitos lacustres muestran en unidades del Cretácico Superior del noroeste y oeste argentino (Díaz 1947; Flores 1969, 1979; Stipanovic y Bonaparte 1972; Parker 1974; Mozetic 1978; Kielbowicz de Stach y Angelozzi (1984); Yrigoyen *et al.* 1989; Limarino *et al.* 2000), y el similar patrón de evolución de facies sedimentarias, no debe descartarse una

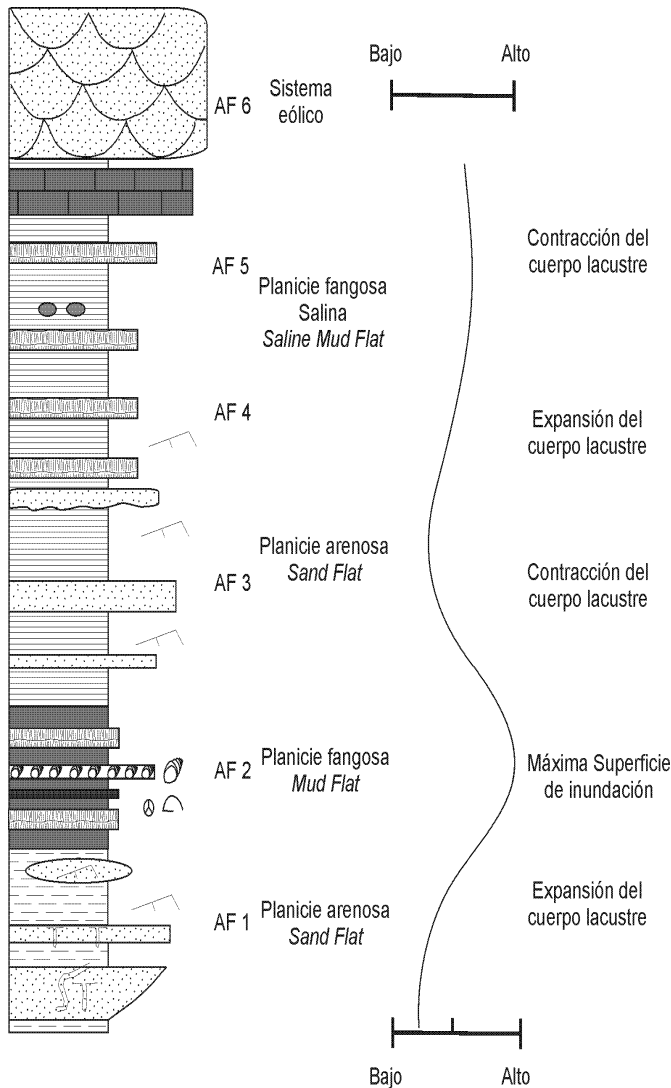


Figura 4: Perfil esquemático mostrando las asociaciones de facies reconocidas en la Formación Ciénaga del Río Huaco y su relación con los ciclos de expansión y contracción lacustre.

cierta influencia marina en la generación de estos cuerpos de agua (lagunas costeras?).

Contenido fosilífero, edad y consideraciones paleoecológicas

Los niveles fosilíferos estudiados corresponden a la asociación de facies de pelitas negras fosilíferas (AF2), donde se encontraron microfósiles calcáreos, palinomorfos y gastrópodos en niveles próximos a las coordenadas 29°23'44»S y 68°33'02»O.

En lo que concierne a microfósiles calcáreos la microfauna está compuesta por Charophyta y Ostracoda (Fig. 5). Dentro de las algas se han recuperado girogonites de *Platychara compressa* (Knowlton) (en Peck y Forester 1979) y *Tectochara* sp. A Musacchio 1972. Los ostrácodos están representados por tres taxones de cypridoideos, *Ilyocypris wichmanni*

punctata Musacchio y Simeoni, 1991, *Eucandona?* sp. y *Cypridopsis* sp., y uno de cytheroideo representado por *Ovocytheridea? rionegrensis* Musacchio, 1973. La microfauna es poco variada y con regular estado de conservación; a menudo los ejemplares están aplastados, deformados y recrystalizados.

Respecto a su distribución estratigráfica, *Platychara compressa* (Knowlton) es una especie pandémica reconocida del Cretácico terminal y Daniano temprano en la región de las Montañas Rocallosas en Estados Unidos, Argentina, Perú y Bolivia (Musacchio 1993). La forma identificada en la presente asociación se asimila en morfología y dimensiones a la descrita por Kielbowicz de Stach y Angelozzi (1984) en el subsuelo de la provincia de Salta en sedimentitas de la Formación Yacoraite asignadas al Maastrichtiano. En este caso, para los niveles con la exclusiva presencia de carofitas, se sugiere un ambiente ácuo continental poco profundo, de baja energía, alcalino y de salinidad variable pero siempre inferior a la marina normal. *Platychara compressa* también ha sido reconocida en niveles de la Formación Yacoraite aflorantes en las localidades Tres Cruces y Yavi Chico, provincia de Jujuy (Musacchio 1972) y en el Maastrichtiano de la Formación Loncoche en la localidad El Zampal, en la provincia de Mendoza (Musacchio en Uliana y Musacchio 1979; Musacchio 1993). Formas comparables son descritas de niveles lacustres eoterciarios de la Formación El Carrizo en la provincia de Río Negro (Musacchio y Moroni 1983) y en niveles Cretácico Superior?-Paleógeno con marcada influencia continental correspondientes a las formaciones Vilquechico de Perú y Miraflores de Bolivia (Musacchio en Rodrigo *et al.* 1990). Por su parte, *Tectochara* sp. A Musacchio fue descrita para el Cretácico Superior de la Formación Yacoraite en la provincia de Jujuy.

En cuanto a los ostrácodos, *Ilyocypris wichmanni punctata* Musacchio y Simeoni es un morfotipo bien representado en la ya mencionada Formación Loncoche en la provincia de Mendoza, asociado estratigráficamente a la Biozona de *Tolypella grambasti* de Musacchio (1989) asignada al Maastrichtiano. Formas similares han sido reconocidas en niveles continentales coetáneos de la parte alta de la Formación Colituro en la provincia de Río Negro y en el subsuelo de la provincia de Córdoba en niveles pertenecientes a la Formación Mariano Boedo (cf. Musacchio y Simeoni 1991). Más recientemente, el taxón ha sido registrado en los niveles maastrichtianos de la Formación Ciénaga del Río Huaco, en la provincia de San Juan (véase Limarino *et al.* 2000).

Eucandona? sp. recuerda fuertemente, aunque posee menores dimensiones, a *Candona? huantraicoensis* Bertels, 1972, descrita para capas de origen subácuo continental, posiblemente deltaico, referidas al Miembro Inferior de la Formación Huantraico (Maastrichtiano inferior), aflorantes en la provincia del Neuquén (Bertels 1972).

Cypridopsis sp. es afín a *Cypridopsis (Prionocypris) pasocordobensis* Musacchio, 1973 descrito para niveles terminales no marinos del Grupo Neuquén y niveles supra-yacentes salobres maastrichtianos de la Formación Loncoche. También *Ovocytheridea? rionegrensis* Musacchio es una especie reconocida para esos mismos niveles del Grupo Neuquén.

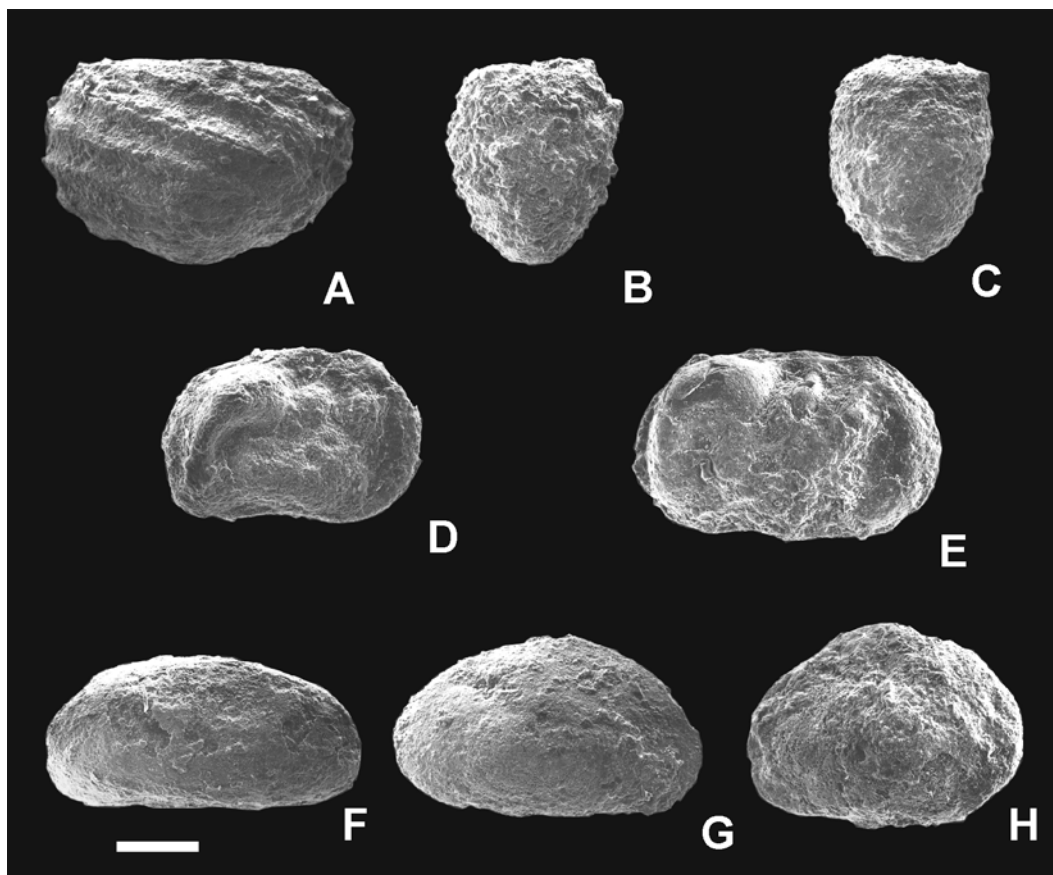


Figura 5: Microfósiles calcáreos. **A** *Platychara compressa* (Knowlton), MLP-Mi 1344, vista lateral; **B-C**, *Tectochara* sp. A Musacchio, vista lateral; **B**, MLP-Mi 1345; **C**, MLP-Mi 1346. **D-E**, *Ilyocypris wichmanni punctata* Musacchio y Simeoni, vista lateral derecha; **D**, MLP-Mi 1347, **E**, MLP-Mi 1348. **F**, *Eucandona?* sp., MLP-Mi 1349, vista lateral derecha; **G-H**, *Ovocytheridea?* *rionegrensis* Musacchio; **G**, MLP-Mi 1350, vista lateral derecha; **H**, MLP-Mi 1351, vista lateral izquierda. MLP-Mi= Repositorio Museo de La Plata-Micropaleontología. Escala gráfica= 0,240 mm en A, B-C, F, G-H; =0,100 en D-E.

Respecto a los palinomorfos, sólo se obtuvo residuo orgánico significativo en una de las muestras, presentando un grado de fertilidad moderado a bajo. La asociación palinológica se encuentra mal preservada, muy afectada por oxidación y alteración bacteriana. Está compuesta íntegramente por una población mono-específica de colonias de algas de *Pediastrum boryanum* (Turf.) (Veáse Fig. 6). A pesar de lo delgado de su pared celular las colonias de *Pediastrum* tienen gran resistencia a la degradación y suelen presentarse en buen estado en asociaciones palinológicas mal preservadas. El alto potencial de preservación probablemente se deba a la presencia en la pared de compuestos comparables con la esporopolenina, aunque de mayor resistencia (Tyson 1995). La abundancia de *Pediastrum* y la falta total de otros elementos algales como *Botryococcus*, son indicativas de un cuerpo de agua con características físico-químicas definidas. Las colonias de *Pediastrum* forman parte del plancton y, en general, sus florecimientos son típicos de lagos hipereutróficos, de aguas duras y con columnas de agua inestables (Reynolds 1984; Batten 1996). Son abundantes en lagos con valores de PH por encima de 5,0 o 6,25 (Zippi *et al.* 1992) y salinidades inferiores a 1,7-3,5‰ (Dodson 1974; Singh *et al.* 1981). Estudios experimentales sobre poblaciones actuales demostraron

que el desarrollo de *Pediastrum* es independiente de la temperatura del agua dentro de un rango de 8 a 24°C, pero está muy influenciado por la duración de la iluminación y por lo tanto es más abundante en verano (Tyson 1995). Es típico de lagos eutróficos y está ausente o es muy escaso en pantanos (*swamps*) o cuerpos de agua “lodosos” (*bog waters*). Los requerimientos ecológicos de *P. boryanum* son amplios y encuadran dentro de las preferencias del género; se desarrollan en un amplio rango de lagos eutróficos, usualmente ligeramente alcalinos (Komárek y Jankovská 2001). Los lagos eutróficos muestran cambios estacionales significativos en sus condiciones biológicas y químicas. Debido a la gran cantidad de materia orgánica que se produce en estos lagos, la tasa de descomposición es alta en el hipolimnion causando una disminución en el oxígeno disuelto, especialmente durante el verano (Strasburger 1997).

Conclusiones

1. Se documenta por primera vez la existencia de bancos rojos cretácicos en la Precordillera de La Rioja, lo que permite ampliar considerablemente la distribución regional de estas

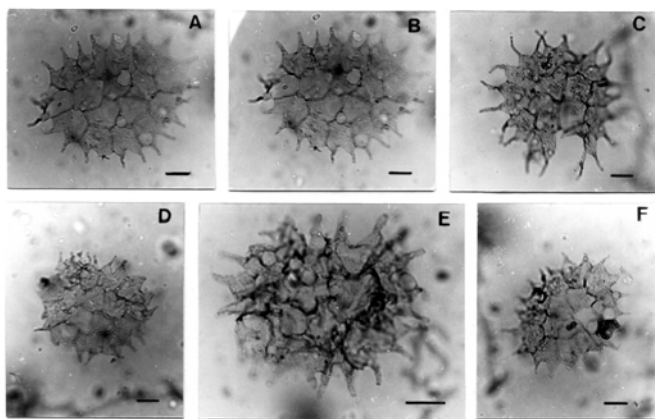


Figura 6: *Pediatrum boryanum* (Turf.) Menegh. A-B, Mismo ejemplar en dos niveles de foco BA-Pal 5700: S54/3. C, Ejemplar BA-Pal 5700: B36/4. D, Ejemplar BA-Pal 5700: R42. E, Ejemplar BA-Pal 5700: R33/4. F, Ejemplar BA-Pal 5700: H43/3. En todas las figuras la escala gráfica es igual a 10 μ m.

sedimentitas prolongando hacia el norte la faja de afloramientos previamente descrita en el área de Ciénaga del Vallecito (Precordillera de San Juan).

2. El estudio de facies sedimentarias permite caracterizar a la unidad como depositada en un sistema lacustre, el que hacia el final de la sedimentación cretácica fue reemplazado por una delgada secuencia eólica. El conjunto se depositó bajo condiciones áridas o semiáridas, como lo atestigua la presencia de evaporitas, eolianitas y la limitada aparición de pelitas negras.

3. La secuencia lacustre muestra al menos dos ciclos de expansión. El primero de ellos muestra su máxima profundización en la asociación de facies 2, donde se depositó un conspicuo nivel de pelitas negras que caracteriza al estado de mayor inundación lacustre de toda la Formación Ciénaga del Río Huaco. Un segundo evento de inundación, de menor envergadura, se ubica en la asociación de facies 4 donde predominan las pelitas rojas asociadas a niveles de evaporitas.

4. La asociación de facies 2 ha provisto restos de microfósiles calcáreos, palinomorfos y gastrópodos. Los microfósiles calcáreos corresponden a charophytas y ostrácodos. Dentro de las algas se han identificado girogonites de *Platychara compressa* (Knowlton) y *Tectochara* sp. A Musacchio. Los ostrácodos están representados por *Ilyocypris wichmanni punctata*, *Eucandona?* sp., *Cypridopsis* sp. y *Ovocytheridea? rionegrensis*. Por su parte, los palinomorfos constituyen una población mono-específica de colonias de algas del género *Pediatrum*.

5. Las relaciones estratigráficas y restos fósiles hallados permiten asignar al Cretácico Tardío a la secuencia estudiada.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires el apoyo logístico. Este trabajo es una contribución a los Proyectos de Investigación PICT07-08410 (ANPCyT) y PIC383 (CONICET).

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Allen, P.A. y Collinson, J.D. 1986. Lakes. En: Reading, H. G. (Ed.), *Sedimentary Environments and Facies*, p. 63-94. Blackwell Scientific Publications. 2ª Edición.
- Amos, A. J., 1954. Estructura de las formaciones paleozoicas de La Rinconada, pie oriental de la Sierra Chica de Zonda (San Juan). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 9 (1): 5-38.
- Batten, D. 1996. *Colonial chlorococcales*. En: Jansonius, J. y McGregor, D.C. (eds.). *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation., 1: 191-203.
- Berner, R. A. 1981. A new geochemical classification of sedimentary environments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51 (2): 359-365, Tulsa.
- Bertels, A. 1972. Ostrácodos de agua dulce del Miembro Inferior de la Formación Huantrai-co (Maastrichtiano inferior), provincia del Neuquén, República Argentina. *Ameghiniana*, 9: 173-182.
- Borello, A. y Cuerda, A., 1968. Grupo Río Huaco (Triásico), San Juan. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires, Noticias, 7: 3-15.
- Bracaccini, O., 1946. Contribución al conocimiento geológico de la Precordillera Sanjuanino-Mendocina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 258: 48-89, Buenos Aires.
- Caminos, R.; Zamuner, A.; Limarino, C. y Fauqué, L., 1995. Triásico superior fosilífero en la Precordillera riojana. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 50 (1-4): 262-265.
- Caselli, A.T., Marensi, S., Tripaldi, A., Limarino, C.O. y Gagliardo, M.L., 2002. Análisis paleoambiental y correlación estratigráfica de la Formación Puesto La Flecha (Terciario), provincia de La Rioja. *Actas 15º Congreso Geológico Argentino*, Calafate, 1: 679-683.
- Chaía, T., 1990. Registro del Cenoniano lacustre en la provincia de San Juan. *Actas 1º Congreso Uruguayo de Geología, Resúmenes Ampliados*: 33-36, Montevideo.
- De La Fuente, M., Ciccioli, P. L., Limarino, C. O., Gutiérrez, P. R. y Fauqué, L. E., 2003. Quelonios podocnemididos en la Formación Puesto La Flecha (Oligoceno), Precordillera de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana*, 40 (4): 617-624.
- Díaz, H. 1947. Geología de la región entre Marayes y Sierra de Las Quijadas. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Informe interno 125* (inédito), Buenos Aires.
- Dodson, J.R. 1974. Vegetation and climatic history near Lake Keilambete, Western Australia. *Australian Journal of Botany*, 22: 709-717.
- Dunham, R.J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. En: *Classification of Carbonate Rocks* (Ed.: W.E. Ham), *Memorian American Association Petroleum Geology* 1, 108-121p.
- Flores, M. 1969. El Bolsón de las Salinas en la provincia de San Luis. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Informe interno* (inédito).
- Flores, M. 1979. Cuenca de San Luis. *Actas 2º Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias*, 1:745-767. Córdoba.
- Furque, G., 1963. Descripción geológica de la Hoja 17b, Guandacol, provincias de La Rioja y San Juan. *Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 92*, 104 p.
- Furque, G., 1972. Descripción geológica de la Hoja 16b, Cerro La Bolsa, provincias de La Rioja y San Juan. *Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 125*, 69 p.
- Hardie, L.A., Smoot, J.R. y Eugster, H.P. 1978. Saline lakes and their deposits: a sedimentological approach. En: Matter A. y Tucker, M.E. (Eds): *Modern and Ancient Lake Sediments. Special Publication International Association of Sedimentology*, 2: 7-42.
- Hubert, J. F. y Hyde, M. G. 1982. Sheet-flow deposits of graded beds and mudstones on a alluvial sandflat-playa system: Upper Triassic Blomidon redbeds, St Mary's Bay, Nova Scotia. *Journal of Sedimentary Petrology*, 52: 457-474.
- Jordan, T. E., Drake, R. E. y Naeser, C. W., 1993. Estratigrafía del

- Cenozoico Medio en la Precordillera a la latitud del Río Jáchal, San Juan, Argentina. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 2: 132-141.
- Kielbowicz de Stach, A. A. y Angelozzi, G. 1984. Microfósiles calcáreos de la Formación Yacoraite en la subcuenca Lomas de Olmedo, provincia de Salta. Actas 9° Congreso Geológico Argentino, 4: 508-522.
- Kocurek, G. 1996. Desert aeolian systems. En: Reading, H. G. (Ed.), *Sedimentary environments and facies*, p. 125-153. Blackwell Scientific Publications. 3° Edición.
- Komárek, J. y Jankovská, V., 2001. Review of the green algal genus *Pediastrum*; implication for pollen-analytical research. *Bibliotheca Phycologica*, 108, 127p., Berlin-Stuttgart.
- Limarino, C. O., Sessarego, H., López Gamundí, O., Gutiérrez, P. y Césari, S., 1987. Las Formaciones Ojo de Agua y Vallecito en el área de la Ciénaga, Oeste de Huaco, provincia de San Juan: Estratigrafía y Paleoambientes sedimentarios. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 42 (3-4): 153-167.
- Limarino, C.; Fauqué, L. y Caminos, R. 1990. Facies y evolución paleoambiental de los bancos rojos triásicos del norte de la Precordillera riojana. Actas 3° Reunión Argentina de Sedimentología, 1: 169-174. San Juan.
- Limarino, C.O., Net, L., Gutiérrez, P., Barreda, V., Caselli, A. y Ballent, S., 2000. Definición litoestratigráfica de la Formación Ciénaga del Río Huaco (Cretácico Superior), Precordillera Central, San Juan, Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 55 (1-2): 83-99.
- López Gamundí, O., Page, S., Ramos, A. y Espejo, I., 1985. Redefinición litoestratigráfica del Grupo Huaco: Características genéticas de las formaciones Cerro Morado y Cauquenes (Triásico) en la Ciénaga del Vallecito, San José de Jáchal, provincia de San Juan. Actas 1° Jornadas sobre Geología de la Precordillera, 65-70.
- Martin, A. J. 2000. Flaser and wavy bedding in ephemeral streams: a modern and an ancient example. *Sedimentary Geology* 136: 1-5.
- Mozetic, A. 1978. El Triásico de los alledaños al Valle del Río Bermejo. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, 147 p. (inédita).
- Musacchio, E. A. 1972. Charophytas de la Formación Yacoraite en Tres Cruces y Yavi Chico, Jujuy, Argentina. *Ameghiniana*, 9: 223-237.
- Musacchio, E. A. 1973. Charophytas y ostrácodos no marinos del Grupo Neuquén (Cretácico superior) en algunos afloramientos de las provincias de Río Negro y Neuquén. *Revista del Museo de La Plata (n.s.) Paleontología*, 48: 1-42.
- Musacchio, E. A. 1989. Biostratigraphy of the Non-Marine Cretaceous of Argentina Based on Calcareous Microfossils. En J. Wiedmann (ed.): *Cretaceous of the Western Tethys. Proceedings of the Third International Cretaceous Symposium, Tübingen 1987*: 811-850. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Musacchio, E. A. 1993. Use of global time in correlating nonmarine Cretaceous rocks in southern South America. *Cretaceous Research*, 14: 113-126.
- Musacchio, E. A. y Moroni, A.M. 1983. Charophyta y Ostracoda no marinos eotericiarios de la Formación El Carrizo en la provincia de Río Negro, Argentina. *Ameghiniana*, 20: 21-33.
- Musacchio, E. A. y Simeoni, M. 1991. Taxonomy of some Cretaceous non-marine ostracods of palaeobiogeographical interest. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 180: 349-389.
- Parker, G. 1974. Posición estratigráfica del "Famatiniense" y sus correlaciones. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 29: 231-247.
- Peck, R. E. y Forester, R. M. 1979. The genus *Platychara* from the Western Hemisphere. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 28: 223-236.
- Pérez, M. A., Fernández Seveso, F., Álvarez, L. A. y Brison, I. E., 1993. Análisis ambiental y estratigráfico del Paleozoico Superior en el área anticlinal de Huaco, San Juan, Argentina. 10° Congreso Internacional de la Stratigraphie et géologie du Carbonifère et Permien, *Comptes Rendus*, 2: 297-318, Buenos Aires.
- Reynolds, C.S. 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. Cambridge University Press, Cambridge, 384 p.
- Rodrigo, L. A., Branisa, L. y Musacchio, E. A. 1990. Las cuencas de los grupos Puca y Tacurú (Cretácico-Terciario inferior) de Bolivia (con dos capítulos sobre algunos microfósiles calcáreos del Cretácico de Bolivia por E. Musacchio). En W. Volkheimer (ed.): *Bioestratigrafía de los Sistemas Regionales del Jurásico y Cretácico de América del Sur*, 2: 569-623.
- Singh, G., Opdyke, N.D. y Bowler, J.M. 1981. Late Ceinozoic stratigraphy, palaeomagnetic chronology and vegetational history from Lake George, New South Wales. *Journal of the Geological Society of Australia*, 28: 435-452.
- Stipanovic, P. y Bonaparte, J. 1972. Cuenca triásica de Ischigualasto-Villa Unión. En Turner, J.C.M. (Ed.): *Academia Nacional de Ciencias, Actas 2° Simposio de Geología Regional*, 2: 1603-1640, Córdoba.
- Strasburger, E. 1997. *Tratado de Botánica*. Ediciones Omega, Barcelona, 8° edición castellana, 1070 p.
- Turner, J.C.M., 1964. Descripción geológica de la Hoja 15c. Vinchina (Provincia de La Rioja). Dirección Nacional de Geología y Minería. *Boletín* 100, 81p, Buenos Aires.
- Tyson, R.V., 1995. *Sedimentary Organic Matter. Organic facies and palynofacies*. (Chapman and Hall), 615 p. London.
- Uliana, M. A. y Musacchio, E. A. 1979. Microfósiles calcáreos no marinos del Cretácico superior en Zampal, provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana*, 15: 111-135.
- Yrigoyen, M., Ortiz, A. y Manoni, R. 1989. Cuencas sedimentarias de San Luis. En Chebli, G. y Spalletti, L. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie de Correlación Geológica*, 6: 203-219.
- Zippi, P.A., Welbourn, P. y Norris, G., 1992. *Peridinium and Pediastrum: paleoindicators of Recent lake acidification*. *Palynology*, 16: 234.
- Zuccolillo, U., 1963. Rasgos geológicos de la cuenca de La Troya, La Rioja. Tesis Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 259, 107p. (inédita).

Recibido: 12/12/03

Aceptado: 01/08/04