

Primer registro palinológico del miembro inferior de la Formación Cerro Morado (Mioceno), Precordillera de La Rioja

Viviana BARREDA¹, Carlos LIMARINO², Luis FAUQUÉ³, Alfonsina TRIPALDI² y Laura NET⁴

Abstract. FIRST PALYNOLOGICAL RECORD FOR THE LOWER MEMBER OF CERRO MORADO FORMATION (MIOCENE), LA RIOJA PRECORDILLERA. The finding of palynological remains in the lower member of the Cerro Morado Formation is reported for the first time. The fossiliferous levels are located at the headwaters of the Guandacol river in southwestern La Rioja Province. In this area the Cerro Morado Formation has been divided into two members. The lower member, composed of sandstones, mudstones and scarce conglomerates and limestones, contains the palynological remains described in this paper. The palynological assemblages are not diverse, they are poorly preserved and dominated by aquatic elements mainly related to colonial green algae (*Pediastrum* spp., *Botryococcus* sp.) and dinoflagellates. Spore-pollen assemblages consist of aquatic herbs of Restionaceae (*Milfordia* sp.) and Malvaceae (*Baumannipollis chubutensis* Barreda, *Baumannipollis* sp., *Malvacipolloides comodoroensis* Barreda). Typical lake shore vegetation consisted of members of Ephedraceae [*Equisetosporites claricristatus* (Shakmundes) Barreda, *E. notensis* (Cookson) Romero, *E. lusaticus* (Kruttsch) Barreda] and scarce Chenopodiaceae (*Chenopodipollis chenopodiaceoides* (Martin) Truswell). Pollen grains related to Podocarpaceae (*Podocarpidites marwickii* Couper, *P. elegans* Romero) and Fagaceae (*Nothofagidites acromegacanthus* Menéndez and Caccavari, *N. americanus* Zamalao, *N. saraensis* Menéndez and Caccavari) are also present, although in low percentages. The known stratigraphic ranges of the recognized species, and the similarities of these assemblages to others previously described from Argentina, point to an Early to Middle Miocene age for this unit. Finally, sedimentological and palynological evidences suggest the development of a large and perennial water body during the time of deposition of the lower member of Cerro Morado Formation.

Resumen. Se da a conocer el primer hallazgo de palinomorfos en el miembro inferior de la Formación Cerro Morado. Los niveles fosilíferos se localizan en las cabeceras del río Guandacol al sudoeste de la provincia de La Rioja. Allí la Formación Cerro Morado fue dividida en dos miembros; el miembro inferior, compuesto por areniscas, fangolitas y escasos conglomerados y limolitas, es portador de las asociaciones palinológicas aquí descritas. Las asociaciones son poco diversas y están dominadas por elementos acuáticos, mayormente algales (colonias de *Pediastrum* spp y *Botryococcus* sp. y dinoflagelados). La preservación general del material es muy pobre. Las asociaciones esporopolínicas están integradas por representantes de hierbas acuáticas de las familias Restionaceae (*Milfordia* sp.) y Malvaceae (*Baumannipollis chubutensis* Barreda, *Baumannipollis* sp., *Malvacipolloides comodoroensis* Barreda). La vegetación circundante, típicamente costera, está compuesta por miembros de las Ephedraceae [*Equisetosporites claricristatus* (Shakmundes) Barreda, *E. notensis* (Cookson) Romero, *E. lusaticus* (Kruttsch) Barreda] junto a escasas Chenopodiaceae (*Chenopodipollis chenopodiaceoides* (Martin) Truswell). Se reconocen granos de polen de Podocarpaceae (*Podocarpidites marwickii* Couper, *P. elegans* Romero) y Fagaceae (*Nothofagidites acromegacanthus* Menéndez y Caccavari, *N. americanus* Zamalao, *N. saraensis* Menéndez y Caccavari) aunque en porcentajes muy bajos. Los rangos estratigráficos conocidos de las especies presentes, y las afinidades encontradas con otras asociaciones palinológicas descritas previamente en Argentina, indican para esta unidad una edad miocena temprana a media. Finalmente, evidencias sedimentológicas y palinológicas sugieren que el miembro inferior de la Formación Cerro Morado se habría depositado en un cuerpo de agua permanente, de grandes dimensiones.

Key words. Palynology. Sedimentology. Miocene. Cerro Morado Formation. Precordillera. La Rioja Province.

Palabras clave. Palinología. Sedimentología. Mioceno. Formación Cerro Morado. Precordillera. Provincia de La Rioja.

Introducción

Las extensas secuencias terciarias de la Precordillera septentrional, formadas en su mayor parte

como respuesta a los levantamientos andinos, muestran un gran número de problemas estratigráficos aún no resueltos. Uno de los principales motivos que limitan el conocimiento del Neogeno en la región, es la falta de certidumbre sobre la edad de muchas unidades; este aspecto ha comenzado a ser subsanado con la datación de niveles de tobas (Reynolds *et al.*, 1990; Jordan *et al.*, 1993) o de coladas volcánicas intercaladas en las secuencias sedimentarias (Simon, 1987; Limarino *et al.*, 1999, en prensa).

Con el propósito de mejorar el conocimiento bioestratigráfico del Neogeno de la Precordillera, se presenta en este trabajo el primer hallazgo de material palinológico para el miembro inferior de la Formación Cerro Morado. Este intervalo estratigráfi-

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia. Av. Angel Gallardo 470, C1405DJR, Buenos Aires. Argentina. vbarreda@ciudad.com.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas; Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428EHA, Buenos Aires. Argentina.

³Servicio Geológico Minero Argentino. Av. Julio A. Roca 651. Buenos Aires, Argentina.

⁴Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria, Pabellón II, C1428EHA, Buenos Aires. Argentina

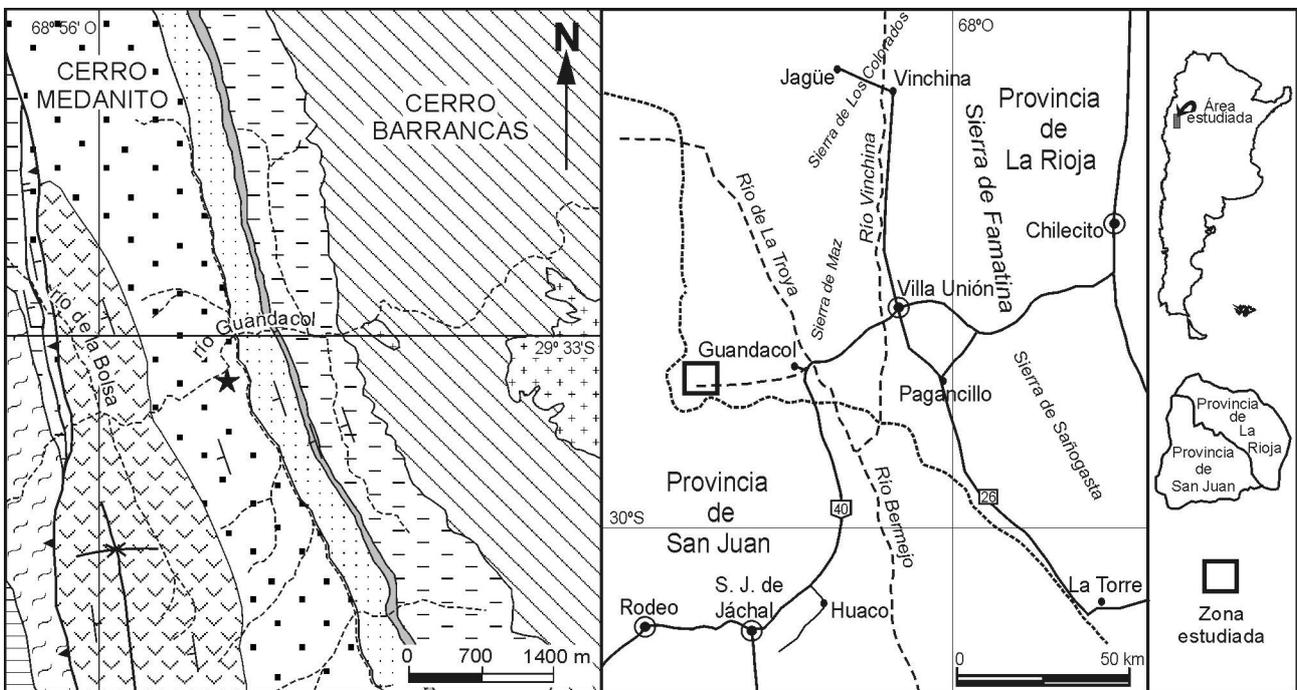
co no contaba hasta la fecha con datos paleontológicos o dataciones que permitieran acotar con precisión su edad.

La localidad fosilífera se ubica en las nacientes del río Guandacol (provincia de La Rioja) en la depresión intermontana limitada por los cerros Medanito al oeste y Barrancas al este (figura 1).

Las muestras estudiadas fueron procesadas siguiendo técnicas estándar en palinología. Las preparaciones microscópicas se encuentran depositadas en la colección de Paleopalinología del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia" bajo la sigla BAPB Pal. y los números de catálogo 5581 a 5583. El material ilustrado fue fotografiado con película Agfapan 25 y las coordenadas corresponden a la reglilla *England Finder*.

Estratigrafía

El intervalo estratigráfico aquí analizado fue tratado por primera vez por Furque (1963) quien propuso la denominación de Formación Del Áspero para identificarlo. El citado autor reconoció dos facies principales en esta unidad, a las que denominó: a) *facies volcánica* y b) *facies sedimentaria*, sin poder establecer con precisión la relación entre los dos conjuntos. De acuerdo a Furque (1963), la sección volcánica se encuentra a su vez formada por "capas sedimentarias inferiores", brechas andesíticas y diferentes tipos de rocas mesosilíceas (principalmente andesitas). Por su parte, la facies sedimentaria, de extensión regional mucho más reducida, incluye según Furque (1963) areniscas y pelitas moradas y verdesas.



REFERENCIAS

- | | | | |
|---------------------------------------|--------------|-------------------------------------|----------------------|
| Fm. Cerro Morado (Mb superior) | } Mioceno | ★ | localidad fosilífera |
| Fm. Cerro Morado (Mb inferior) | | rumbo e inclinación de los estratos | |
| Fm. Vallecito | | falla | |
| Fm. Puesto La Flecha | | corrimiento | |
| Fm. Ciénaga del Río Huaco (Cretácico) | | eje del sinclinal | |
| Fm. Santo Domingo (Triásico) | | ríos permanentes | |
| Granito Cerro Imán (Pérmico) | | ríos efímeros | |
| Fm. Yerba Loca | } Ordovícico | ruta nacional | |
| Fm. Trapiche | | ruta provincial | |

Figura 1. Ubicación y constitución geológica del área analizada / Location and geological map of the analyzed area.

De acuerdo a sus relaciones estratigráficas Furque (1963) consideró al conjunto de edad triásica, aunque admitiendo que no existía mayor certidumbre sobre la antigüedad de la Formación. Posteriores trabajos realizados por Furque (1979) en la zona de Jáchal-Huaco modificaron el esquema estratigráfico propuesto inicialmente, elevando el rango estratigráfico de Del Áspero a Grupo para incluir a las Formaciones Vallecito, Cerro Morado y Cauquenes (véase también Borrello y Cuerda, 1968). En este contexto el intervalo estratigráfico tratado en este trabajo corresponde a la Formación Cerro Morado.

La constitución geológica del área donde afloran los niveles fosilíferos puede observarse en la figura 1. Como allí puede verse, sobre leptometamorfitas pertenecientes a la Formación Trapiche, de edad ordovícica, se dispone un conjunto de bancos rojos considerados por Furque (1963) de edad pérmica y que subyacen a la unidad aquí estudiada. Sin embargo, recientes investigaciones realizadas por los autores indican que este conjunto de bancos rojos presenta una estratigrafía compleja, que incluiría depósitos del Cretácico Superior y Oligoceno-Mioceno. En particular, en el techo de la secuencia en cuestión aparecen areniscas con estratificación entrecruzada de gran escala, correlacionables con la Formación Vallecito (Borrello y Cuerda, 1968) de edad miocena (Jordan *et al.*, 1993). Sobre estas rocas se dispone la Formación Cerro Morado, que en el área puede ser dividida en dos miembros bien diferenciados. La parte inferior, que es la considerada en este trabajo, corresponde a las "capas sedimentarias inferiores" de Furque (1963) y se encuentra formada por pelitas y areniscas con muy escasas intercalaciones conglomerádicas. El miembro superior está compuesto por términos volcánicos y sedimentarios, los primeros incluyen principalmente coladas de andesitas y los segundos conglomerados volcánicos, arenitas líticas y abundantes niveles de pelitas.

El perfil de la Formación Cerro Morado en las nacientes del Guandacol

En la figura 2 se muestra un perfil esquemático de la Formación Cerro Morado en las nacientes del río Guandacol, provincia de La Rioja. En él pueden ser claramente diferenciados dos conjuntos litológicos, denominados en este trabajo miembros inferior y superior. El miembro inferior, estratigráficamente equivalente a las capas sedimentarias inferiores de Furque (1963: 65), alcanza 745 m de espesor y se encuentra formado por areniscas, pelitas laminadas, margas y niveles de caliza. La base es en su mayoría areno-conglomerádica y se apoya, mediando una leve discordancia erosiva, sobre areniscas eólicas de la

Formación Vallecito. En la parte media del miembro inferior predominan las sedimentitas de grano fino (pelitas y areniscas finas), que conforman ciclos grano y estratocrecientes. Es destacable en este intervalo la presencia de areniscas con abundante laminación ondulítica oscilatoria y de, al menos, dos potentes ni-

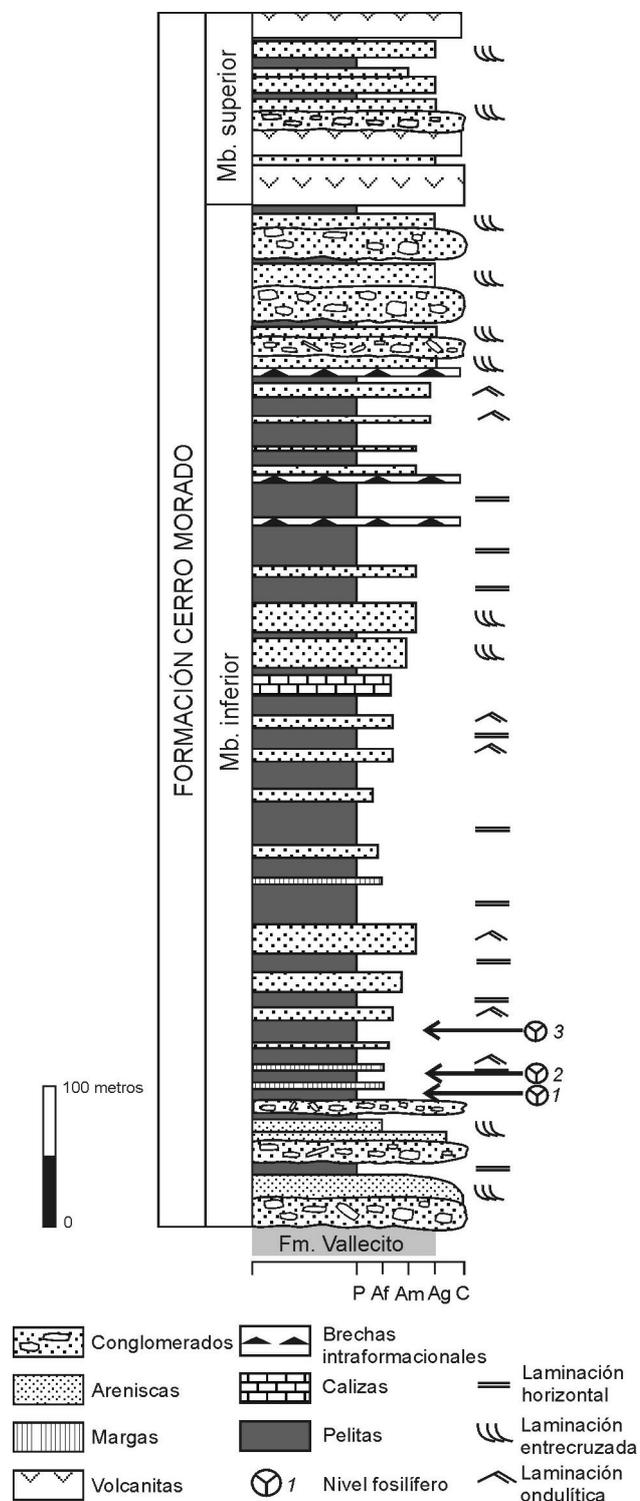


Figura 2. Perfil esquemático de la Formación Cerro Morado en las cabeceras del río Guandacol / Schematic section of the Cerro Morado Formation in the head of the Guandacol River.

veles de calizas asociados a margas. Hacia arriba, el miembro inferior conforma una secuencia fuertemente grano y estratocreciente que se inicia con niveles de pelitas y brechas intraformacionales y culmina con areniscas gruesas y conglomerados volcánicos clasto y matriz sostenidos.

La base del miembro superior está marcada por la aparición de niveles de coladas andesíticas, entre las que se intercalan sabulitas, areniscas líticas y pelitas moradas. Alcanza en las nacientes del Guandacol 130 m de potencia, sin embargo este espesor es mínimo ya que la mayor parte de este miembro se encuentra erosionado conformando el núcleo de una estructura sinclinal relacionada al corrimiento que levanta las sedimentitas ordovícicas de la Formación Yerba Loca (figura 1).

Los niveles fosilíferos estudiados en este trabajo son tres, los mismos se encuentran a 97, 105 y 140 m de la base de la unidad (figura 2). Se localizan en niveles de pelitas laminadas de color gris oscuro, en ocasiones muy bioturbadas, que se intercalan con delgadas láminas de areniscas finas y muy finas. La importante participación de niveles pelíticos y de areniscas con laminación ondulítica producida por flujos oscilatorios, junto a la presencia de margas y niveles de caliza, nos llevan a postular que la mayor parte del miembro inferior de la Formación Cerro Morado fue depositada en un cuerpo de agua, el que perduró durante un tiempo relativamente largo a juzgar por el espesor acumulado.

Composición palinológica y aspectos paleoecológicos

Para el estudio palinológico se analizaron tres muestras provenientes de la base de la unidad (figuras 1 y 2). En ellas se recuperó un residuo orgánico grumoso, con abundantes elementos filamentosos, restos cuticulares y palinomorfos muy alterados, tanto por actividad bacteriana como por efecto térmico. Las asociaciones palinológicas son poco diversas y están dominadas por componentes acuáticos, en su mayoría algales. Los palinomorfos se presentan deteriorados, corroídos y térmicamente alterados, lo que impidió en muchos casos efectuar asignaciones precisas. En los niveles 1 y 3 prevalecen las colonias de *Pediastrum* (51% y 87% respectivamente) por sobre el resto de los componentes (figura 3) y están representadas por más de una especie (figuras 4.L-N). En la

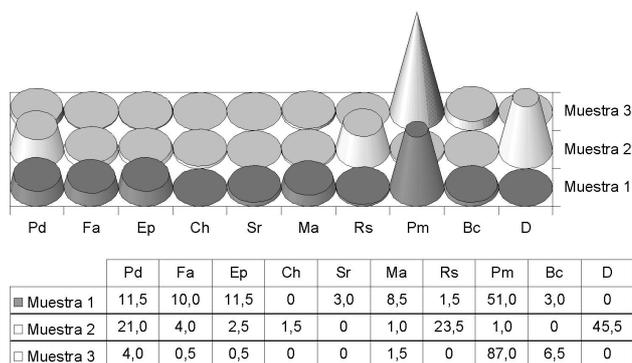


Figura 3. Frecuencias relativas de grupos seleccionados / *Relative frequencies of selected groups*: Pd, Podocarpaceae; Fa, Fagaceae; Ep, Ephedraceae; Ch, Chenopodiaceae; Sr, Scrophulariaceae; Ma, Malvaceae; Rs, Restionaceae; Pm, *Pediastrum*; Bc, *Botryococcus*; D, Dinophyceae.

muestra 2, en cambio, las mayores frecuencias corresponden a una población de quistes de dinoflagelados (45,5%) de pared muy delicada y poca variación morfológica, de agua dulce o salobre y que, por el momento, no ha sido asignada sistemáticamente (figuras 4.I-K). También se reconocen algunos quistes corados (figuras 4.E-F), con requerimientos paleoecológicos no tan claros. En este nivel las colonias de *Pediastrum* están muy pobremente representadas, con frecuencias menores al 5% (figura 3).

El género *Botryococcus* se encuentra en bajas proporciones en todas las muestras analizadas, con porcentajes inferiores al 10%. Estos valores, sin embargo, pueden estar algo alterados por la mala preservación de las colonias que a veces dificulta su reconocimiento.

La composición de estas asociaciones y las variaciones observadas entre las distintas muestras, son producto de las particulares características del cuerpo de agua donde se desarrollaron y del medio circundante. Si bien las colonias de *Pediastrum* y *Botryococcus* suelen encontrarse juntas en las asociaciones palinológicas, en general, no son simultáneamente abundantes debido a sus distintas preferencias ecológicas (Tyson, 1995). Los altos valores de la relación *Pediastrum*/*Botryococcus* encontrados en estas muestras, sugieren la existencia de lagos permanentes, relativamente profundos, ricos en nutrientes y con salinidades no mayores al 1,7-3,5‰ (Dodson, 1974; Singh *et al.*, 1981). Quizás en relación con este último parámetro es que se produce el descenso en las frecuencias de *Pediastrum* en la muestra 2. Sin embargo, según estudios efectuados sobre colonias actuales

Figura 4. **A**, *Milfordia* sp. BAPB Pal. 5582b: G26-3/H26-1. **B**, *Baumannipollis chubutensis* Barreda BAPB Pal. 5583c: K24. **C**, *Equisetosporites claricristatus* (Shakmundes) Barreda BAPB Pal 5581c: V44. **D**, *Podocarpidites* sp. BAPB Pal 5582b: P36. **E-F**, Quiste corado indeterminado / *Indeterminate chorate cysts* BAPB Pal 5582b: K53-2. **G-H**, *Botryococcus* sp.: G, BAPB Pal. 5583c: V45-4; H, BAPB Pal. 5583c: V31. **I-K**, Quistes indeterminados / *Indeterminate cysts*; **I**, BAPB Pal 5582b: T27-4/U28-1; **J**, BAPB Pal 5582b: D35-2; **K**, BAPB Pal. 5582b: G43/H43. **L-N**, *Pediastrum* sp.: **L**, BAPB Pal 5581c: W45-3/X45-1; **M**, BAPB Pal 5583c: S39-3/T39-1; **N**, BAPB Pal. 5583a: Q27/Q28. Escala gráfica en todas las figuras igual 10 µm / *In all figures scale bar equals 10 µm*.

(Witkowski, 1990; Hammer (en Tyson, 1995)), tanto *Pediastrum* como *Botryococcus* pueden tolerar salinidades mayores a las óptimas para su desarrollo, encontrándose en lagos y ambientes de lagoon con un rango de salinidad media que oscile entre 3 y 50%. Por su parte, Reynolds y Allen (1968) y Zippi *et al.* (1992) concluyeron que *Pediastrum* es típico de lagos de aguas duras y con valores de pH por encima de 5,0-6,25.

Dentro del espectro esporopolínico domina el polen de angiospermas acuáticas como lo son las restionáceas o los elementos vinculables con el género actual *Hibiscus* (*Baumannipollis chubutensis*); las esparганиáceas, en cambio, aunque están presentes en todas las muestras, son muy escasas. Otras formas de *Baumannipollis* como las identificadas en la Serie del Yeso (Barreda *et al.*, 1998) también han sido documentadas en esta secuencia. Siguen en importancia los tipos polínicos vinculables con podocarpáceas y fagáceas, aunque en general no superan el 10% de las asociaciones. Sus bajas frecuencias relativas, considerando la altísima productividad polínica de sus plantas parentales, hacen suponer que estos árboles se habrían desarrollado en posiciones alejadas de la cuenca de depositación. Los elementos litorales, efedráceas y quenopodiáceas, tampoco son abundantes, quizás porque los niveles estudiados representan depósitos distantes de la línea de costa en los que sólo prevalece el registro de formas acuáticas. En síntesis, estas asociaciones indican la existencia de un cuerpo de agua dulce, o de baja salinidad, probablemente con valores fluctuantes, rico en nutrientes y con circulación restringida. La abundancia de pirita, además, indica el desarrollo de algún grado de anoxia. La vegetación circundante, mayormente herbácea y arbustiva, habría estado compuesta por formas xéricas como las efedráceas. Los elementos arbóreos no habrían integrado el paisaje cercano ocupando posiciones distales. El estudio palinológico de un mayor número de niveles permitirá tener una idea más precisa sobre las características y evolución de este paleoambiente.

Edad y correlación

Estas asociaciones muestran fuertes afinidades neógenas, y son comparables con las reconocidas en otras unidades de la provincia de San Juan como las descritas para el miembro inferior de la Formación Pachaco (Prámparo *et al.* 1995, 1996), la Serie del Yeso (Barreda *et al.*, 1998) y la Formación Chinchas (Ottone *et al.*, 1998). La presencia de formas estratigráficamente significativas para las cuencas argentinas como *Baumannipollis chubutensis*, *Tricolpites trioblatus*, *Malvacipolloides comodoroensis*, *Chenopodipollis chenopodiaceoides*, *Equisetoporites claricristatus* y *E. lusaticus*

(Barreda, 1996; Barreda y Palamarczuk, 2000), junto a las afinidades encontradas, sugieren para los niveles portadores una antigüedad en el entorno del Mioceno, probablemente Mioceno Temprano a Medio. Esta edad es consistente con la señalada por autores previos para afloramientos de la unidad ubicados más al sur. Así, por ejemplo, Jordan *et al.* (1993) reportaron una edad radimétrica de $13,4 \pm 1,6$ Ma (Mioceno Medio) para un rodado andesítico contenido en un conglomerado de la Formación Cerro Morado. Por otro lado Limarino *et al.* (2002) presentaron dos dataciones provenientes de coladas andesíticas de $17,6 \pm 0,5$ y $18,3 \pm 0,7$ (Mioceno Medio a Temprano).

Lista de especies identificadas	Afinidad botánica
Gimnospermas	
<i>Equisetoporites claricristatus</i> (Shakmundes) Barreda (figura 4.C)	Ephedraceae
<i>E. notensis</i> (Cookson) Romero	"
<i>E. lusaticus</i> (Kruttsch) Barreda	"
<i>Podocarpidites marwickii</i> Couper	Podocarpaceae
<i>P. elegans</i> Romero	"
<i>P. sp.</i> (figura 4.D)	"
Angiospermas	
<i>Baumannipollis chubutensis</i> Barreda (figura 4.B)	Malvaceae
<i>Baumannipollis sp.</i>	"
<i>Chenopodipollis chenopodiaceoides</i> (Martin) Truswell	Chenopodiaceae
<i>Malvacipolloides comodoroensis</i> Barreda	Malvaceae
<i>Milfordia sp.</i> (figura 4.A)	Restionaceae
<i>Nothofagidites acromegacanthus</i> Menéndez y Caccavari	Fagaceae
<i>N. americanus</i> Zamalao	"
<i>N. saraensis</i> Menéndez y Caccavari	"
<i>Senipites sp.</i>	Symplocaceae
<i>Sparganiaceapollenites barungensis</i> Harris	Sparganiaceae
<i>Tricolpites trioblatus</i> Mildenhall y Pocknall	Scrophulariaceae
Algas	
<i>Botryococcus sp.</i> (figuras 4.G-H)	Chlorococcales (Botryococcaceae)
<i>Pediastrum spp.</i> (figuras 4.L-N)	" (Hydrodictyaceae)
Quistes de dinoflagelados (figuras 4.E-F, I-K)	Dinophyceae

Conclusiones

La información presentada en este trabajo permite arribar a las siguientes conclusiones:

La Formación Cerro Morado, en las nacientes del río Guandacol, puede ser dividida en dos miembros de características contrastantes. El inferior, formado mayormente por areniscas y pelitas, y el superior en el que alternan volcanitas y niveles epiclásticos.

La microflore hallada en el miembro inferior presenta una antigüedad miocena, muy probablemente temprana a media. Esta edad es consistente con la señalada por autores previos sobre la base de dataciones radimétricas, e indicaría que difícilmente el inicio de la depositación de la Formación Cerro Morado pueda ir más allá del Mioceno.

La composición de las microfloras y las estructuras sedimentarias observadas sugieren claramente que la sección analizada fue depositada en un cuerpo de agua, rico en nutrientes, que perduró un tiempo considerable sin mostrar evidencias de periódica desecación. Lo dicho es reafirmado por la abundante participación de colonias de *Pediastrum*, la presencia de quistes de dinoflagelados, de polen de angiospermas acuáticas y paralelamente de areniscas con abundante laminación ondulítica de naturaleza oscilatoria.

La salinidad del cuerpo de agua habría sido variable, de baja a moderada, a juzgar por la relación *Pediastrum/Botryococcus* observada y la presencia de quistes de dinoflagelados corados, respectivamente. También es llamativa su similitud con otras asociaciones como las reconocidas en la Serie del Yeso (Barreda *et al.*, 1998), Formación Chinchas (Ottone *et al.*, 1998) y miembro inferior de la Formación Pachaco (Prámparo *et al.* 1995, 1996). En los tres casos la deposición se habría producido en cuerpos de agua y en los dos primeros bajo condiciones salobres, probablemente vinculadas a eventos transgresivos (Barreda *et al.*, 1988; Ottone *et al.*, 1998).

Agradecimientos

Este trabajo es una contribución a los proyectos PIP 0386 (CONICET) y PIP 057 (UBATEC), encuadrándose además dentro del Levantamiento Geológico de la Hoja Villa Unión (SEGEMAR). Los autores agradecen a los Dres. T.E. Jordan y E.G. Ottone por sus interesantes comentarios brindados. También agradecen al Sr. Orlando Cárdenas por el procesamiento palinológico de las muestras.

Bibliografía

- Barreda, V.D. 1996. Bioestratigrafía de polen y esporas de la Formación Chenque, Oligoceno tardío-Mioceno de las provincias de Chubut y Santa Cruz, Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 33: 35-56.
- Barreda, V.D. y Palamarczuk, S. 2000. Estudio palinoestratigráfico integrado del entorno Oligoceno Tardío-Mioceno en secciones de la costa patagónica y plataforma continental argentina. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (eds.), *El Neogeno de Argentina* IN-SUGEO, *Serie Correlación Geológica* 14: 103-138.
- Barreda, V.D., Gutiérrez, P.R. y Limarino, O. 1998. Edad y ambiente de la Serie del Yeso, Valle del Cura, provincia de San Juan. *Ameghiniana* 35: 321-335.
- 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.
- Dodson, J.R. 1974. Vegetation and climatic history near Lake Keilambete, Western Australia. *Australian Journal of Botany* 22: 709-717.
- 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, 63 p.
- Furque, G. 1979. Descripción geológica de la Hoja 18c "Jachal" (provincia de San Juan). *Servicio Geológico Nacional, Boletín* 164, 79 p.
- 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. *12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza), *Actas* 2: 132-141.
- Limarino, C.O., Gutierrez, P., Malizia, D., Barreda, V., Page, S., Osters, H. y Linares, E. 1999. Edad de las secuencias paleógenas y neógenas de las cordilleras de La Brea y Zancarrón, Valle del Cura, San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 54: 177-181.
- Limarino, C.O., Fauqué, L.A., Cardó, R. Escosteguy, L. y Gagliardo, M. L. La faja volcánica miocena de la Precordillera septentrional. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 57: 289-304.
- Ottone, E.G., Barreda, V.D. y Pérez, D.J. 1998. Basin evolution as reflected by Miocene palynomorphs from the Chinchas Formation, Frontal Cordillera (32° S), San Juan province, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 30: 35-47.
- Prámparo, M., Papu, O. y Milana, J.P. 1995. Estudio palinológico del miembro inferior de la Formación Pachaco, Terciario de la provincia de San Juan. Análisis estadístico y conclusiones paleoecológicas. *6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Trelew, 1994), *Actas* 1: 207-212.
- Prámparo, M., Papu, O. y Milana, J.P. 1996. Estudio palinológico del Miembro inferior de la Formación Pachaco, Terciario de la provincia de San Juan. Descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 33: 397-407.
- Reynolds, C.S. y Allen, S.E. 1968. Changes in the phytoplankton of Oak Mere, following the introduction of base-rich water. *British Phycological Bulletin* 3: 451-462.
- Reynolds, J., Jordan, T., Johnson, N., Damanti, J. y Tabbutt, K. 1990. Neogene deformation on the flat-subduction segment of the Argentine-Chilean Andes: magnetostratigraphic constraints from Las Juntas, La Rioja Province, Argentina. *Geological Society of America, Bulletin* 102: 1607-1622.
- Simon, W. 1987. Algunos aportes a la geología del distrito minero Huachi, San Juan. *Actas de las Primeras Jornadas sobre Geología de la Precordillera* (San Juan, 1985). *Asociación Geológica Argentina, Serie "A", Monografía y Reuniones* 2 (1986): 370-375.
- Singh, G., Opdyke, N.D. y Bowler, J.M. 1981. Late Cainozoic stratigraphy, palaeomagnetic chronology and vegetational history from Lake George, New South Wales. *Journal of the Geological Society of Australia* 28: 435-452.
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary Organic Matter. Organic facies and palynofacies*. (Chapman and Hall), London, 615 p.
- Witkowski, A. 1990. Fossilization processes of the microbial mat developing in clastic sediments of the Puck Bay (southern Baltic Sea, Poland). *Acta Geologica Polonica* 40: 1-27.
- Zippi, P.A., Welbourn, P. y Norris, G. 1992. *Peridinium* and *Pediastrum*: paleoindicators of Recent lake acidification. *Palynology* 16: 234.

Recibido: 25 de abril de 2002.

Aceptado: 15 de agosto de 2002.