

# PLANTAS FÓSILES DEL GRUPO CHOIYOI, CORDILLERA FRONTAL A LA LATITUD DEL RÍO MENDOZA

Magdalena KOUKHARSKY<sup>1</sup> y Eduardo G. OTTONE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. E-mails: mkou1@yahoo.com.ar, ottone@gl.fcen.uba.ar

## RESUMEN

En este trabajo se dan a conocer los primeros restos fósiles hallados en sedimentitas, cuyo componente clástico es de origen volcánico, intercaladas en la Formación Tambillos del Grupo Choiyoi, Cordillera Frontal de Mendoza. Los mismos consisten en abundantes improntas de Sphenophyta en estado de preservación regular a malo. En la zona estudiada, las rocas de la Formación Tambillos, que son predominantemente volcánicas ácidas y de edad pérmica temprana a media según correlaciones regionales, se depositaron sobre una discordancia erosiva labrada en lavas andesíticas intensamente propilitizadas que se atribuyen a la Formación Portezuelo del Cenizo. Los restos vegetales se encuentran a unos 23 metros de la base, contenidos en niveles de areniscas finas y pelitas depositadas en un ambiente fluvial (microdelta), en los bordes de un lago y fueron coetáneas con los primeros episodios de volcanismo riolítico en la región. Si bien la flora encontrada no permite definir la edad, las formas presentes son comunes en niveles del Carbonífero superior-Pérmico y Triásico de Argentina.

**Palabras clave:** *Formación Tambillos, Formación Portezuelo del Cenizo, Sphenophyta.*

## ABSTRACT

*Fossil plants from the Choiyoi Group, Frontal Cordillera at the latitude of the Mendoza River.*

In this contribution we report the discovery of the first fossil remains in sedimentary strata belonging to the Tambillos Formation, Choiyoi Group, Cordillera Frontal of Mendoza. In the studied area the Tambillos Formation, which is formed dominantly by acid volcanics rocks of alleged Early to the Middle Permian, were deposited over an erosive unconformity on top of propylitic andesites of the Portezuelo del Cenizo Formation. The vegetal remains were found about 23 meters from the base of the formation, hosted in fine-grained sandstones and shales that were deposited in a fluvial environment (microdelta), along the borders of a lake during the first episodes of the rhyolitic volcanism of the region. The fossil flora includes abundant, poorly preserved impressions of Sphenophyta that does not permit to assign a precise age, although these forms are common in the Upper Carboniferous-Permian and Triassic of Argentina.

**Keywords:** *Tambillos Formation, Portezuelo del Cenizo Formation, Sphenophyta.*

## INTRODUCCIÓN

En la Cordillera Frontal, a la latitud del río Mendoza, el Grupo Choiyoi, originalmente definido como “Choiyolitense” por Groeber *et al.* (1952) y cuyo nombre fuera posteriormente substituido por Stipanovic *et al.* (1968), está representado por afloramientos en los que predominan ampliamente las rocas volcánicas ácidas asociadas a lavas y a probables cuerpos subvolcánicos. Aunque no se cuenta con edades isotópicas realizadas sobre muestras del sector estudiado, sus afloramientos suelen ser correlacionados con los de la zona de Arroyo del Tigre locali-

zados aproximadamente 50 km al norte, donde, en ignimbritas riolíticas, se han obtenido edades K-Ar (roca total) de  $281 \pm 10$  Ma y  $267 \pm 5$  Ma (Linares y González 1990) y  $275 \pm 10$  Ma (Vilas y Valencio 1982). A dichas edades se pueden agregar la de un pórfido riolítico ubicado en la Cordillera Frontal sobre el río Mendoza, para el cual Caminos *et al.* (1979) obtuvieron por el mismo método  $278 \pm 10$  Ma y las determinaciones indirectas U/Pb SHRIMP de 260 y 270 Ma para el magmatismo del Choiyoi de la zona de Potrerillos, 40 Km al SSE, que Spalletti *et al.* (2008), consideran representada en una población de circones contenidos en

tobas de edad triásica media. Estas edades han sido uno de los argumentos utilizados para asignar el volcanismo ácido al Pérmico temprano a medio, de acuerdo con la escala de tiempo geológico de Gradstein *et al.* (2005). Ellas quedan comprendidas en el intervalo de 30 Ma dentro del Pérmico propuesto para el Grupo Choiyoi del bloque de San Rafael por Rocha-Campos *et al.* (2011).

En la localidad estudiada se mencionan por primera vez andesitas y dacitas oscuras subyaciendo a las rocas riolíticas, así como niveles epiclásticos formando la base de estas últimas, los cuales fundamentan su correlación con la Formación Tam-

billos (Cortés 1985). Al mismo tiempo se da a conocer el primer hallazgo de restos vegetales del Grupo Choiyoi en la Cordillera Frontal de Mendoza.

## MÉTODO DE TRABAJO

Los restos vegetales fueron encontrados en un sector de la quebrada del Camino, en la margen norte del río Mendoza ( $32^{\circ} 37' 32,8''\text{S}$ ,  $69^{\circ} 29' 55,0''\text{O}$ ), distante unos 600 metros de la ruta 7 (Fig. 1). En esa zona se levantó un perfil estratigráfico con brújula y cinta métrica, determinando las coordenadas con un posicionador geográfico (GPS) Garmin. Posteriormente se realizaron y estudiaron cortes petrográficos para caracterizar y definir las andesitas del sustrato, algunos clastos mayores y la matriz de la brecha C (Fig. 2). Los restos vegetales fueron estudiados mediante una lupa binocular Zeiss 9901 y fotografiados con una cámara digital Sony DSC-P 200. Los especímenes figurados se encuentran alojados en la Colección Paleobotánica del Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, en donde están catalogados con el acrónimo BAFC-Pb. Los niveles portadores de la tafoflora fueron también analizados desde un punto de vista palinológico resultando estériles y carentes de querógeno.

## GEOLOGÍA

### Estratigrafía y ambiente de acumulación

La zona estudiada se ubica en la Hoja Geológica 3369-09 (Uspallata), cartografiada por Cortés *et al.* (1999) a escala 1:100.000, donde se exponen los afloramientos del Grupo Choiyoi considerados en este trabajo, los cuales fueron incluidos dentro de la Formación Tambillos definida por Cortés (1985). La sección estratigráfica estudiada se inicia, en su base, con brechas epiclásticas dispuestas en discordancia erosiva sobre lavas andesíticas y dacíticas, intensamente propilitizadas, que se atribuyen a la Formación Por-

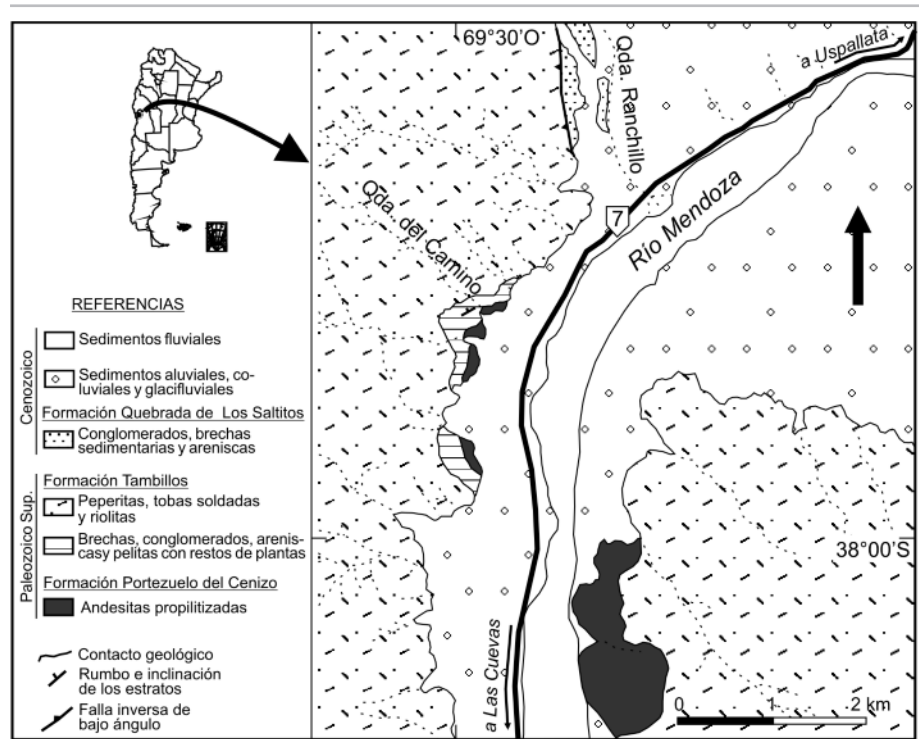


Figura 1: Ubicación y esquema geológico de la zona estudiada.

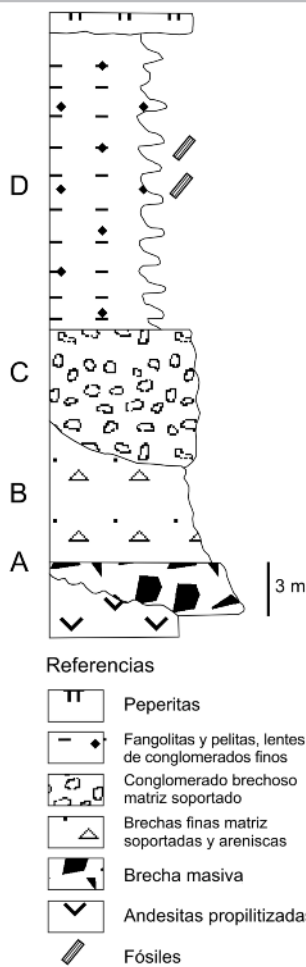
tezuolo del Cenizo (Coira y Koukharsky 1976) y culmina con un complejo de más de 200 m de potencia en el que predominan las peperitas (Koukharsky y Avellaneda 2006) que ponen en evidencia procesos de interacción de lavas incandescentes con el lodo del fondo de un cuerpo de agua (Fig. 2). En detalle, la columna estudiada (Fig. 2) incluye la siguiente sucesión estratigráfica.

**Formación Portezuelo del Cenizo:** Andesitas y dacitas de color gris verdoso oscuro, masivas, en niveles de espesor variable entre 5 y 15 m, dentro de las cuales se intercalan algunos niveles de brechas autoclásticas carentes de matriz cuyos fragmentos alcanzan entre 4 y 20 cm de diámetro. Son rocas porfíricas con pasta afánítica en la que se reconocen pequeños cristales y venillas de epidoto. Contienen 15 a 20 % de fenocristales de plagioclasa albitizada de colores blanco mate hasta rosado con tamaño seriado que alcanzan los 5 mm de largo y un 5% de anfíbol cloritizado de hasta 1,5 mm de largo.

**Formación Tambillos:** El nivel A comprende 3 m de brechas masivas, clasto sostenidas en la base, en donde se encuentran blo-

ques desde subangulosos hasta subredondeados cuyos tamaños varían desde 0,5 a 50 cm. Hacia la parte superior tienen esqueleto más abierto y los fragmentos mayores alcanzan menor tamaño (hasta 7 cm), llegando a contener un 10 % de matriz arenosa-sabulítica. Los clastos incluyen volcanitas ácidas, formadas por pastas afáníticas rosadas y grises amarillentas claras, algunas fluidales, con escasos fenocristales de hasta 1 mm de plagioclasas anaranjados o blancos y de probable biotita. En partes son peperitas que se reconocen por la matriz oscura y los contornos redondeados (globulíticas) o angulares (*blocky*) de sus fragmentos de lava (Fig. 3a). No se encontraron clastos de la andesita infrayacente.

El nivel B está formado por 6 m de brechas finas matriz sostenidas que alternan con areniscas brechosas y areniscas. La estratificación es planar con contactos difusos, en capas de 2 a 50 cm de espesor y tendencia dominante granodecreciente, aunque en partes la gradación es inversa (Fig. 3b). Los clastos mayores son angulosos hasta subangulosos y los componen riolitas de color rosado-anaranjado y



**Figura 2:** Perfil litológico de la base de la Formación Tambillos del Grupo Choiyoi en la quebrada del Camino.

gris, similares a las que participan en la brecha infrayacente, cuyo tamaño más común está comprendido entre 0,5 y 3 cm, aunque tanto en las brechas como en las areniscas se destacan bloques subangulosos aislados que alcanzan los 20 cm de diámetro.

El nivel C comprende 4-8 metros de conglomerados brechosos, matriz sostenidos, masivos, con fragmentos subredondeados hasta angulosos de riolitas rosadas y grises en matriz arenosa de color gris azulado mate. Los fragmentos mayores son redondeados y alcanzan 8 cm. El afloramiento visible tiene pocos metros de extensión y su espesor varía desde 4 m en el oeste hasta 8 m en el borde de la quebrada. Al microscopio, la matriz es una arenisca volcánica pobremente seleccionada, mediana hasta muy fina, de abundan-

te matriz arcillosa-sericítica (más de 25 %). Los clastos, angulosos hasta subangulosos, son de plagioclasa albitizada, en algunos casos parcial o totalmente reemplazados por fino carbonato, probable feldespato alcalino, cuarzo, pastas volcánicas felsíticas hasta microgranosas formadas por cristales interpenetrados (desvitrificaciones) y micas convertidas en agregados de muscovita-sericita intercrecidos con clorita.

El nivel D está caracterizado por 18 metros de una alternancia de fangolitas grises oscuras y grises rojizas en capas cuyo espesor varía entre 10 y 20 cm, que pasan lateralmente a lentes de brechas finas matriz soportadas y niveles de alrededor de 10 cm de espesor de pelitas y areniscas grises verdosas claras. Las capas de fangolitas son masivas y contienen clastos dispersos de feldespatos blancos y litoclastos rosados de hasta 0,2 cm. El incremento de la densidad y de los tamaños de los litoclastos las convierte en brechas finas matriz sostenidas cuyos fragmentos son volcanitas riolíticas. Las pelitas y areniscas finas presentan en su base contactos netos con las restantes litologías, tienen laminación planar poco marcada y superficies onduladas sobre las que se encuentran los restos vegetales (Figs. 3c, 4a y 4b). En algunas superficies expuestas se observan ondulitas en dos direcciones casi ortogonales.

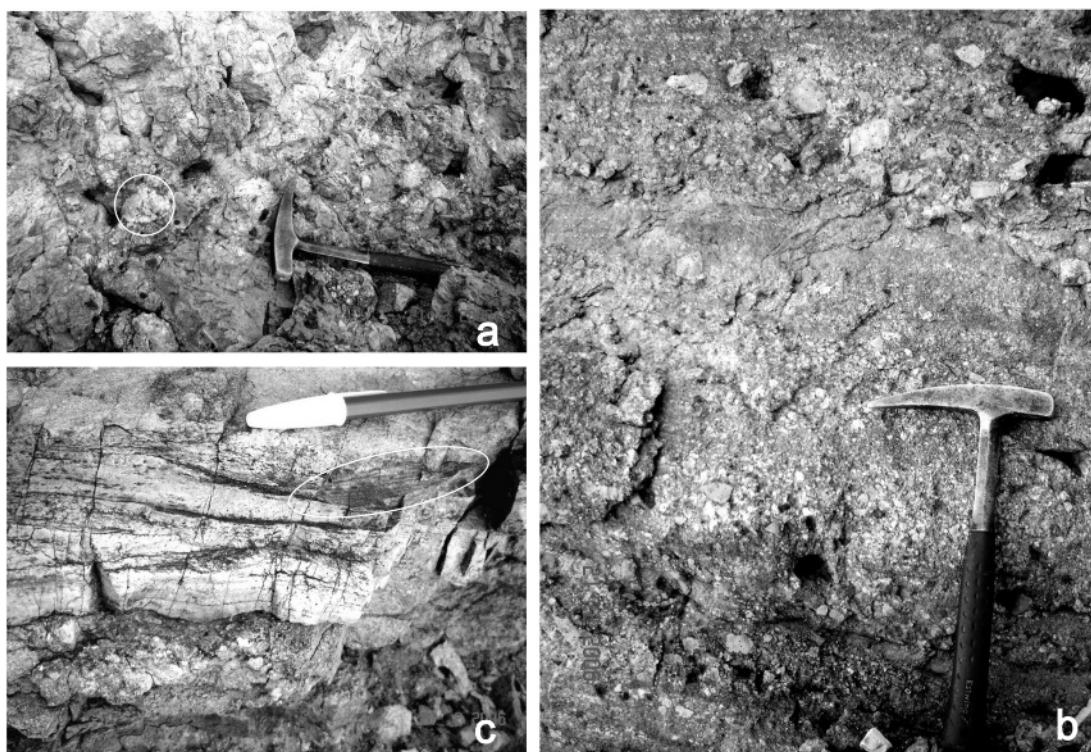
El nivel E corresponde a una unidad de espesor indeterminado formada por peperitas compuestas por fragmentos de lavas riolíticas de colores anaranjados y blanquecinos en una matriz sedimentaria de colores grises claros y oscuros.

La columna descrita está formada por rocas epiclásticas que tienen por fuente materiales volcánicos ácidos, contrastante con la de las andesitas y dacitas propilitizadas que forman el sustrato, evidenciando el ahogamiento de un suave relieve previo, por los productos de la erosión de materiales volcánicos relativamente cercanos. Los afloramientos del nivel A son discontinuos, lo cual sugiere el relleno de una depresión o fondo de valle. La disminución gradual del tamaño de los clastos

y la progresiva aparición de matriz hacia la parte superior, indica que esta unidad es el resultado de un episodio de flujo o avalancha de detritos.

El nivel B presenta características propias de "bancos amalgamados" de sistemas fluviales más organizados. El nivel C está formado por un conglomerado de abundante matriz consistente en cenizas volcánicas poco afectadas por el agente de transporte, sus variaciones de espesor sugieren el relleno de un amplio cauce labrado sobre depósitos de la facies B. Tales características se interpretan como el resultado de la incisión del sustrato por efecto de un torrente de barro volcánico, quizá un lahar, el cual habría tenido origen en la erosión de niveles de tobas. El nivel D, con su predominio de areniscas que pasan lateralmente a lentes de brechas finas, sugiere depósitos en zonas de suave pendiente en los que se generaban pequeños cauces que se entrecruzaban y que en muchos casos culminaron con la acumulación de pelitas laminadas, que pueden haberse depositado en un ambiente de microdelta. La presencia de ondulitas de interferencia indica la acción del agua y el viento combinados, como podría esperarse en el borde de un lago o laguna. Los restos vegetales dispersos sobre los niveles más finos son indicativos de la existencia de períodos de calma suficientemente largos como para permitir el desarrollo de plantas.

El perfil estratigráfico muestra flujos de detritos que rellenaron los valles en una topografía poco marcada que pasan lateral y verticalmente a sistemas fluviales más organizados y culminan en un ambiente fluvio-lacustre o de microdelta. Las condiciones de este ambiente habrían sido las requeridas para el desarrollo de la paleoflora identificada. La asociación florística habría progresado en el borde del lago de unos 100 km<sup>2</sup> de superficie, cuya existencia fue previamente señalada en la región sobre la base de la distribución de los afloramientos de las peperitas que conforman el techo del perfil (Koukharsky y Avellaneda 2006). La observación en la brecha basal del nivel A de bloques de

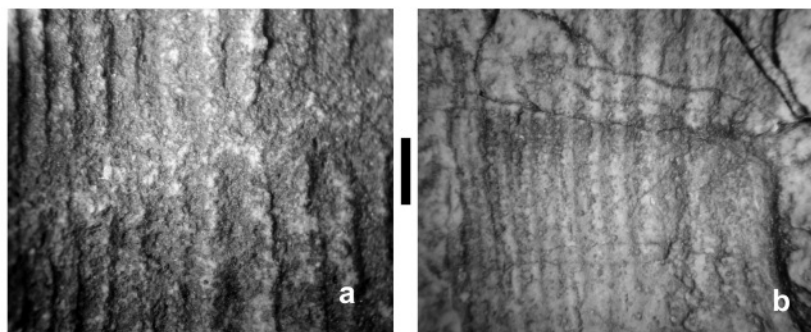


**Figura 3:** Figura 3: a) Sección superior de la brecha descrita en el nivel A. El círculo encierra uno de los clastos de peperitas; b) alternancia de areniscas brechosas y areniscas con estratificación planar poco marcada descritas como nivel B; c) capa de pelitas con superficies onduladas en contacto con una brecha conglomerádica fina del nivel D del perfil. La elipse encierra un resto de *Sphenophyta*.

peperitas semejantes en todo a las rocas que integran la potente unidad peperítica que constituye el techo del perfil estudiado, pone de manifiesto que la interacción lava incandescente-lodo era un proceso que ya se había iniciado con anterioridad en regiones vecinas.

## CONTENIDO PALEONTOLÓGICO

Los restos vegetales presentes en el nivel D son relativamente abundantes y se encuentran preservados como improntas en pelitas y areniscas finas bien consolidadas, de color gris blanquecino. La preservación es regular a mala, lo que dificulta llevar a cabo un estudio sistemático detallado. La taoflora está compuesta por abundantes fragmentos de tallos de sphenophytas herbáceas de hasta 1,5 cm de ancho por 12 cm de largo. Los especímenes muestran costulación en general continua y nudos mal preservados. Su estado de preservación no permite clasificarlos de modo seguro, siendo comparables a los morfogéneros *Paracalamites* Rigby 1966, que es una forma común en distintas asociaciones del Carbonífero superior-Pér-



**Figura 4:** Sphenophyta: a) BAFC-Pb 16991; b) BAFC-Pb 16990. Escala gráfica = 2 mm (a), 3 mm (b).

mico de Gondwana y en especial de Argentina, donde está conspicuamente representado en las cuencas Paganzo y San Rafael (Archangelsky 1996), y *Neocalamites* Halle 1908, que es un elemento típico del Triásico, tanto a nivel mundial como en nuestro país, fundamentalmente en las cuencas Cuyana, e Ischigualasto-Villa Unión (Zamuner *et al.* 2001) (Fig. 4).

## DISCUSIÓN

Cortés *et al.* (1999) correlacionaron los afloramientos aquí estudiados con los de la Formación Tambillos (Cortés 1985), cuya sección tipo se encuentran a unos 30 km al NNE. Dicho autor diferenció dos

miembros: el Miembro Chiquero (250 a 300 m), que incluye conglomerados y areniscas conglomerádicas con base erosiva que pasan transicionalmente hacia arriba a capas lutíticas en una asociación litológica que, junto a sus estructuras sedimentarias, le permitieron vincularlo con un ambiente lacustre. El Miembro Chiquero se intercala en la parte media del Miembro Punta de Agua, predominantemente piroclástico y de composición riolítica, que es el mejor desarrollado y alcanza más de 1500 m. La sección descrita en la quebrada del Camino, interpretada como depósitos de flujos de detritos que ahogaron un relieve previo, pasando a sistemas fluviales más organizados y culminando

con un ambiente fluvio-lacustre o de microdelta, puede correlacionarse con el Miembro Chiquero, el cual también habría sido precedido y posteriormente cubierto por rocas volcánicas ácidas comparables a las que integran el Miembro Punta de Agua.

En la localidad tipo, el substrato de la Formación Tambillos está integrado por depósitos marinos del Paleozoico inferior referibles al Grupo Ciénaga del Medio (Amos y Marchese 1965), en tanto que en la quebrada del Camino son rocas andesíticas y dacíticas pertenecientes a una serie calcoalcalina con relaciones  $Zr/TiO_2$ : 0,023 y 0,037;  $Nb/Y$ : 0,221 y 0,270 respectivamente, lo cual permite correlacionarlas con las de la Formación Porte-zuelo del Cenizo (Coira y Koukharsky 1976), extendiendo notablemente hacia el sur sus manifestaciones discontinuas asociadas al desarrollo del arco volcánico.

Al este de los afloramientos considerados en el presente estudio, en la Precordillera Occidental, Strazzere *et al.* (2006), describieron una secuencia de seis eventos volcánicos en rocas del Grupo Choiyoi, discriminando en sus perfiles 10 litofacies integradas predominantemente por rocas piroclásticas, lávicas y subvolcánicas. Entre ellas se destaca la litofacies 3, formada por brechas masivas clasto-soportadas con litoclastos volcánicos de hasta 40 cm de diámetro a las cuales interpretan como co-ignimbríticas (*co-ignimbrite lag breccias and ground breccias*). Ellas pueden ser comparables al nivel A del perfil de la quebrada del Camino, en donde no forman la base de tobas soldadas, sino que están cubiertas por rocas epiclásticas.

Desde un punto de vista paleoambiental, las sphenophytas herbáceas del nivel D son plantas higrófilas o semi-higrófilas, o sea vegetales que crecen en suelos húmedos, o bien con sus órganos vegetativos parcialmente sumergidos. Estas plantas se habrían desarrollado entonces en los márgenes del lago.

#### AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a C.O. Limarino

por su asesoramiento en la interpretación del perfil estudiado, a M.P. Etcheverría por la preparación de las figuras que ilustran el trabajo y al árbitro C. Mpodozis por sus constructivas correcciones del manuscrito. Los trabajos de campo y de laboratorio fueron financiados por los Proyectos UBACYT X-207 y PIP 5120. Esta es la contribución R-20 del Instituto de Estudios Andinos Don Pablo Groeber.

#### TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Amos, A.J. y Marchese, H.J. 1965. Acerca de una nueva interpretación de la estructura del Carbónico de la Ciénaga del Medio. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 20(2): 263-270.
- Archangelsky, S. 1996. El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay. *Academia Nacional de Ciencias*, 417 p., Córdoba.
- Caminos, R., Cordani, U. y Linares E. 1979. Geología y geocronología de las rocas metamórficas y eruptivas de la Precordillera y Cordillera Frontal de Mendoza. 2° Congreso Geológico Chileno, Actas 1(F): 43-61, Santiago.
- Coira, B. y Koukharsky, M. 1976. Efusividad tardío-hercínica en el borde oriental de la Cordillera Frontal, zona de Arroyo del Tigre, provincia de Mendoza, República Argentina. 1° Congreso Geológico Chileno, Actas 2: F 105-124, Santiago.
- Cortés, J.M. 1985. Vulcanitas y sedimentitas lacustres en la base del Grupo Choiyoi al sur de la Estancia Tambillos, Mendoza, Argentina. 4° Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 89-108, Antofagasta.
- Cortés, J.M., González Bonorino, G., Koukharsky, M., Pereyra, F. y Brodtkorb, A. 1999. Memoria de la Hoja Geológica 3369-09, Uspallata, provincia de Mendoza. Servicio Geológico Minero Argentino, Boletín 281, 163 p., Buenos Aires.
- Groeber, P.F.C., Stipanovic, P.N. y Mingramm, A. R.G. 1952. Mesozoico. En *Geografía de la República Argentina*. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos GAEA (II): 13-142, Buenos Aires.
- Halle, T.G. 1908. Zur Kenntnis der mesozoischen Equisetales Schwedens. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar* 43(1): 1-56.
- Koukharsky, M. y Avellaneda, D. 2006. Peperitas del Paleozoico superior en la margen norte del río Mendoza, borde oriental de la Cordillera Frontal. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 61(3): 449-451.
- Linares, E. y González, R. R. 1990. Catálogo de edades radimétricas de la República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Serie B: Didáctica y Complementaria 19, 628 p., Buenos Aires.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. y Smith, A.G. 2005. *A Geological Time Scale 2004*. Cambridge University Press and International Commission on Stratigraphy, 610 p., Cambridge.
- Rigby, J.F. 1966. The Lower Gondwana Floras of the Perth and Collie Basins, Western Australia. *Palaeontographica* 118B: 113-152.
- Rocha-Campos, A.C., Basei, M.A., Nutman, A.P., Kleiman, L.E., Varela, R., Llambías, E., Canile, F.M. y da Rosa, O. de C.R. 2011. 30 million years of Permian volcanism recorded in the Choiyoi igneous province (W Argentina) and their source for younger ash fall deposits in the Paraná Basin: SHRIMP U-Pb zircon geochronology evidence. *Gondwana Research* 19(2): 509-523.
- Spalletti, L.A., Fanning, C.M. y Rapela, C.W. 2008. Dating the Triassic continental rift in the southern Andes: the Potrerillos Formation, Cuyo Basin, Argentina. *Geologica Acta* 6(3): 267-283.
- Stipanovic, P.N., Rodrigo, F., Bauliés, O.N. y Martínez, C.G. 1968. Las formaciones presenonianas en el denominado Macizo Nordpatagónico y regiones adyacentes. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 23(2): 67-98.
- Strazzere, L., Gregori, D.A. y Dristas, J.A., 2006. Genetic evolution of Permo-Triassic volcanoclastic sequences at Uspallata, Mendoza Precordillera, Argentina. *Gondwana Research* 9 (4): 485-499.
- Vilas, J.F.A. y Valencio, D.A. 1982. Implicancias geodinámicas de los resultados paleomagnéticos de formaciones asignadas al Paleozoico tardío - Mesozoico temprano del centro-oeste argentino. 5° Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 3: 743-758, Buenos Aires.
- Zamuner, A.B., Zavattieri, A.M., Artabe, A.E. y Morel, E.M. 2001. Paleobotánica. En Artabe, A.E., Morel, E.M. y Zamuner, A.B. (eds.) *El Sistema Triásico en la Argentina*, Fundación Museo de La Plata Francisco Pascasio Moreno: 143-184, La Plata.

Recibido: 16 de febrero, 2010.

Aceptado: 18 de febrero, 2011.