

**LA SECCION BASAL DE LA FORMACION MALIMAN (CARBONIFERO INFERIOR)
EN LA QUEBRADA DON AGUSTIN, PROVINCIA DE SAN JUAN, ARGENTINA:
RASGOS SEDIMENTARIOS Y PALEONTOLOGIA**

Pablo J. Pazos^{1,2}, Mercedes Di Pasquo^{1,2} y Cecilia R. Amenabar²

¹ Dpto. Cs. Geológicas Fac. Cs. Ex. y Naturales. UBA. Ciudad Universitaria. Pabellón II (1428). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. E-mail: pazos@gl.fcen.uba.ar

² CONICET.

Palabras clave: Sedimentología – palinología – paleobotánica - depósito continental - Carbonífero Temprano.

Resumen

Se dan a conocer los primeros datos sedimentológicos y paleontológicos de la sección basal de la Formación Malimán en la quebrada Don Agustín, provincia de San Juan. La sucesión sedimentaria analizada se inicia con niveles de conglomerados gruesos amalgamados compuestos mayoritariamente por clastos y bloques de fragmentos de rocas sedimentarias que indican áreas fuente localizadas en la Precordillera. Estos conglomerados de naturaleza aluvial son sucedidos por una alternancia de areniscas y pelitas de color verde intenso portadoras de abundantes restos paleoflorísticos. Los niveles psamíticos presentan acreción lateral y geometría lenticular, mientras que los pelíticos son tabulares. Se reconocieron 3 especies de plantas y 11 especies de esporas cuyo registro previo permite atribuir la asociación al Viseano temprano. La mega y microflora se distribuyen según las características sedimentológicas de los depósitos portadores, pudiéndose reconocer elementos autóctonos, para-autóctonos hasta alóctonos. Esta parte de la sucesión representa el registro de canales fluviales meandriformes con planicies de inundación vegetadas. Así, el desarrollo de ambientes continentales en el inicio de la Formación Malimán muestra semejanzas con otros registros distribuidos hacia el sur en la Precordillera, y sugiere que la cuenca evoluciona desde ambientes netamente continentales hacia ciclos transgresivos-regresivos.

LA SECCION BASAL DE LA FORMACION MALIMAN (CARBONIFERO INFERIOR) EN LA QUEBRADA DON AGUSTIN, PROVINCIA DE SAN JUAN, ARGENTINA: RASGOS SEDIMENTARIOS Y PALEONTOLOGIA

Pablo J. Pazos^{1,2}, Mercedes Di Pasquo^{1,2} y Cecilia R. Amenabar²

¹ Dpto. Cs. Geológicas Fac. Cs. Ex. y Naturales. UBA. Ciudad Universitaria. Pabellón II (1428). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. E-mail: pazos@gl.fcen.uba.ar

² CONICET.

Palabras clave: Carbonífero Temprano – sedimentología – palinología – paleobotánica - depósito continental.

INTRODUCCIÓN

En la Precordillera Occidental de San Juan, en el valle de Calingasta-Uspallata-Iglesia (fig. 1, A1) afloran distintas unidades del Carbonífero Inferior, conocidas como Formaciones El Ratón, Malimán y Cortaderas, que Limarino y Césari (1993) reunieron dentro del Grupo Angualasto. Por su parte, Azcuy *et al.* (2000) sugieren incluir dentro de dicho grupo otras unidades aflorantes en la Precordillera de San Juan y La Rioja, conocidas como Formaciones Agua de Lucho, Cerro Tres Cóndores y Punilla, todas de edad carbonífera temprana. La sucesión más completa de dicho grupo, según la definición original, se halla distribuida en las inmediaciones de la localidad de Malimán, particularmente al oeste de la Sierra del Volcán y al este del valle del Río Blanco (fig. 1, A2). Allí, la sucesión eocarbonífera está integrada por las Formaciones Malimán y Cortaderas y se apoya en discordancia sobre sedimentitas devónicas (Furque y Baldis, 1973). La relación estratigráfica entre las distintas unidades ha sido motivo de controversias, particularmente con referencia a la edad y naturaleza genética de las discontinuidades. El análisis de la Formación Malimán se ha llevado a cabo, principalmente, en las inmediaciones de la quebrada Cortaderas, donde se halla expuesta también la Formación Cortaderas. De dicha localidad provienen la mayoría de los registros paleontológicos y las inferencias paleoambientales conocidas para estas unidades.

La Formación Malimán alcanza unos 1200 metros en la localidad tipo (quebrada Cortaderas), se halla en discordancia angular sobre la Formación Chigua, de edad Devónica e infrayace en discordancia erosiva a la Formación Cortaderas y se compone de intercalaciones de pelitas y areniscas finas y conglomerados subordinados. Por otra parte, se han dado a conocer abundantes restos vegetales, invertebrados marinos y una rica palinoflora (véase en Amenabar *et al.*, 2005). Los términos basales de esta unidad fueron interpretados como un ambiente marino profundo que progresivamente pasa a intercalaciones marinas y episodios fluviales, depositados principalmente en condiciones de mar bajo (Limarino y Césari, 1993).

Al sur de la localidad tipo se halla la quebrada Don Agustín (fig. 1, A2), donde la Formación Malimán alcanza un espesor de 1331 metros, que es el mayor espesor reconocido en el área según Chernoglasov (1988), quien también consideró que los términos basales de la unidad se depositaron en un ambiente marino por medio de corrientes de turbidez, constituyendo cuerpos de simetría canalizada en un contexto de abanico submarino medio a distal. En este trabajo, se presenta información sedimentológica y datos paleontológicos preliminares que aportan nuevos elementos de juicio acerca de la naturaleza paleoambiental e historia depositacional de la sección basal de la Formación Malimán. Asimismo, estos resultados invitan a reconsiderar la evolución del relleno sedimentario de la cuenca malimánica en su conjunto.

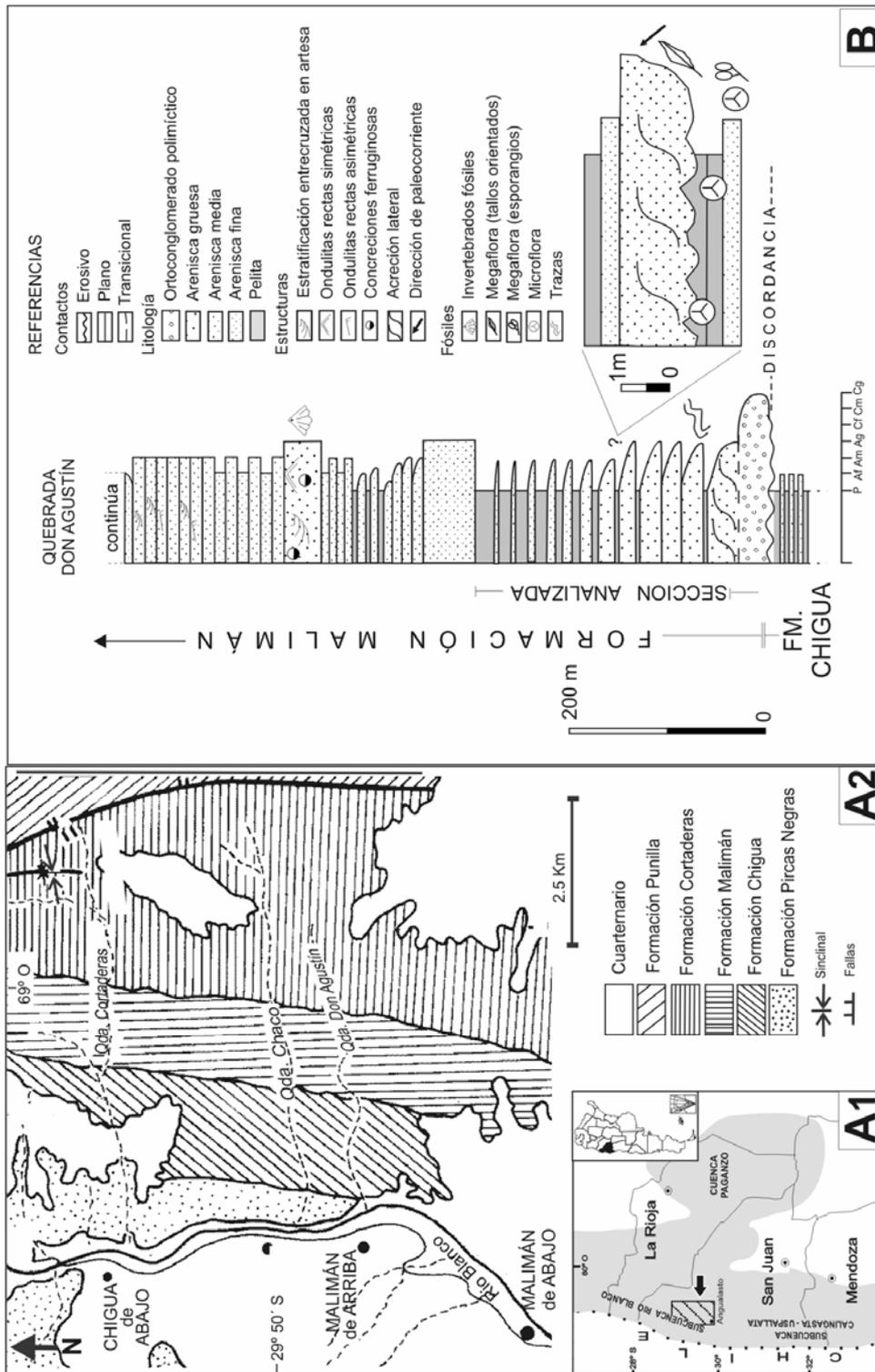


Figura 1. A1. Ubicación de cuencas del Paleozoico Superior del noroeste de Argentina; al oeste, la Cuenca Uspallata-Iglesia con las subcuencas Río Blanco (al norte) y Calingasta-Uspallata (al sur) (tomado de Azcuy *et al.*, 2000). El área de estudio está indicada con una flecha. **A2.** Mapa de ubicación geográfica de la quebrada Don Agustín. **B.** Perfil estratigráfico de la sección basal de la Formación Malimán en la quebrada Don Agustín (modificado de Chernoglasov, 1988).

RASGOS SEDIMENTOLÓGICOS

La sucesión sedimentaria (fig. 1, B) se apoya en discordancia erosiva y ligeramente angular sobre sedimentitas de edad devónica, portadoras de invertebrados marinos del Devónico Medio (Baldís y Sarudiansky, 1975), recolectados entre las denominadas quebradas del Chaco y Don Agustín (fig. 1, A2). La sucesión comienza con un conglomerado grueso compuesto por guijarros, guijones y bloques, entre los que se destacan en forma casi excluyente los fragmentos de rocas sedimentarias verdosas y en menor medida otras rocas sedimentarias y fragmentos de rocas ígneas filonianas. La fábrica es clastosoporte, la matriz es psamítica, menor al 10% y se observan niveles con buena imbricación aparentemente con el eje B. Los clastos y bloques están bien a muy bien redondeados y predominan las formas proladas y ecuanes sobre las discoidales. El espesor es de una decena de metros y se integra por numerosos estratos amalgamados apenas reconocibles por parches psamíticos o gradación normal visible hacia el tope de los mismos. En estos intervalos más finos se han encontrados restos muy fragmentados de plantas.

Sin mediar gradación textural, sobre los conglomerados se desarrolla una sucesión de decenas de metros de espesor compuestas por areniscas finas y pelitas alternantes y saltuariamente algunos niveles de psefitas muy finas, con abundante matriz. El color es verde intenso y la geometría de los bancos psamíticos es lenticular extendida hasta tabular. Sin embargo, en la parte media de dicho intervalo se han identificado niveles lenticulares muy bien desarrollados. Dichos niveles de hasta 3 metros de espesor, se caracterizan por superficies basales erosivas, con intraclastos pelíticos residuales, gradación normal muy marcada y el desarrollo de superficies de acreción lateral espectacularmente expuestas. Estos niveles alcanzan decenas de metros de expresión lateral y son ricos en restos paleoflorísticos orientados perpendicularmente a las superficies antes mencionadas. Entre dichos niveles lenticulares se encuentran depósitos de hasta 10 metros de espesor, que contienen desde limolitas verdosas hasta arcillitas negruzcas, frecuentemente cubiertas. Las limolitas pueden presentar laminación ondulítica de corriente o de oleaje y contienen abundantes restos vegetales. Algunos niveles se hallan moteados por bioturbación intensa que llega a obliterar todo rastro de estructuras sedimentarias primarias. El arreglo general de la sucesión es granodecreciente.

INTERPRETACIÓN

Esta sección basal de la Formación Malimán es interpretada como continental y de naturaleza aluvial. Los niveles psefíticos basales indican la acción de corrientes tractivas muy fluidas y posiblemente correspondan a ríos entrelazados que drenaban desde el este hacia el oeste. En principio dichas psefitas serían equivalentes a las observables en la localidad tipo de la unidad, donde marcan el comienzo del relleno sedimentario. La Sierra del Volcán, con sus unidades eopaleozoicas parece haber sido el área de aporte casi excluyente de los fragmentos sedimentarios. El marcado redondeamiento de los clastos y la escasa matriz psamítica permiten descartar flujos densos e hiperconcentrados. Con todo, no se descarta que dicho redondeamiento sea en parte heredado, como resultado de más de un ciclo sedimentario. Las psefitas indican áreas expuestas en la Precordillera central y su rápida desaparición en la columna indicaría marcadas variaciones en el aporte en un contexto de progresivo desarrollo de espacio de acomodación.

La sección de areniscas y pelitas es muy posiblemente de naturaleza fluvial, aunque hacia el tope de esta sección basal predominan marcadamente las pelitas. En tal sentido el desarrollo de cuerpos lenticulares de base canalizada y desarrollo interno de superficies de acreción lateral sugiere morfologías de alta sinuosidad, muy frecuentes en los sistemas fluviales meandriformes, insertos en planicies aluviales estables, frecuentemente inundadas y ricas en nutrientes que favorecieron los procesos de bioturbación. Si bien el desarrollo de acreción lateral no es excluyente de los sistemas fluviales meandriformes, ya que es un rasgo comúnmente observado en canales mareales y aún en canales submarinos, el abundante contenido palinológico y paleoflorístico de naturaleza continental, la bioturbación intensa no limitada al tope de estratos, la ausencia de grafoglíptidos y la geometría de los estratos permiten descartar definitivamente un ambiente marino profundo, como se ha sugerido en

estudios previos. Sin embargo, un ambiente de abanico aluvial o fan-delta no puede ser completamente descartado, ya que depósitos fluviales forman parte de dichos sistemas, particularmente en registros de climas benignos y para ello sería necesario integrar varios perfiles.

PALEONTOLOGÍA

PALINOLOGÍA

Se analizaron 4 niveles palinológicos de la sección basal de la Formación Malimán asociados a facies con acreción lateral, los cuales fueron extraídos de pelitas grises y uno de ellos, de areniscas finas con tallos y otros restos vegetales (fig. 1, B). La asociación palinológica es poco diversa y se compone principalmente de esporas de licofita (77 %), pteridofitas (6 %), pteridospermafitas y otras de afinidad incierta (17 %). Entre ellas se citan las especies *Crassispora trychera* Neves y Ioannides 1974, *Crassispora* sp., *Anapiculatisporites hystricosus* Playford 1964, *Anapiculatisporites amplus* Playford y Powis 1979, *Colatisporites decorus* (Bharadwaj y Venkatachala) Williams en Neves, Gueinn, Clayton, Ioannides y Neville 1973, *Pustulatisporites dolbii* Higgs, Clayton y Keegan 1988, *Apiculiretusispora semisenta* (Playford) Massa, Coquel, Loboziak y Taugordeau-Lantz 1980, *Aneurospora gregei* (McGregor) Strel en Becker, Bless Strel y Thorez 1974, *Verrucosisporites depressus* Winslow 1962, *Spelaeotriletes echinatus* (Hacquebard) Utting 1987 y *Cristatisporites* sp. La preservación es de regular a buena, no presenta evidencias de piritización, no se registran elementos marinos ni formas retrabajadas del Devónico. La materia orgánica es abundante, y los palinomorfos y las cutículas presentan microperforaciones como resultado de un intenso ataque de microorganismos (biocorrosión por hongos y/o bacterias).

PALEOBOTÁNICA

La megaflore fue hallada en areniscas finas a medias, también asociadas a depósitos con acreción lateral y se compone principalmente de improntas y algunas carbonizaciones de tallos estriados de plantas de afinidad incierta probablemente similares a "*Rhodea*" sp., ilustrada por Azcuy *et al.* (1981, Lám. IV, figs. 3, 4). La estructura de los tallos y la presencia de fructificaciones terminales, sugiere una relación con las pteridospermas. De manera subordinada aparecen tallos muy fragmentarios de la licofita *Frenquellia eximia* (Frenquelli) Arrondo, Césari y Gutierrez 1991 y algunos restos dudosos pertenecientes a hojas de *Eusphenopteris* sp.

EDAD Y AFINIDAD BOTÁNICA DE LA ASOCIACIÓN

La asociación palinológica hallada en los niveles pelíticos presenta un dominio de esporas del género *Crassispora*, cuya afinidad botánica se adjudica a las sigillarias (licofitas) en el Hemisferio Norte (Balme, 1995). Sin embargo, en este caso sólo se han registrado muy escasos restos fósiles de licofitas en la asociación plantífera; en cambio se observa un predominio de tallos relacionados probablemente con pteridospermafitas.

En cuanto a la edad de la asociación palinológica, su comparación con otras microfloras definidas para el Carbonífero Temprano del Hemisferio Norte (Clayton *et al.*, 1977; Utting *et al.*, 1989), de Australia (Playford, 1971) y de Brasil (Loboziak *et al.*, 1991; Melo y Loboziak, 2003), sugiere que la base de la Formación Malimán en esta localidad, corresponde al Viséano temprano, basado en elementos en común tales como *Anapiculatisporites amplus*, *A. hystricosus*, *Apiculiretusispora semisenta*, *Colatisporites decorus*, *Crassispora trychera*, *Pustulatisporites dolbii*. Asimismo, estas especies se hallan en la base de la Formación Malimán en la localidad tipo (Amenábar *et al.*, 2005), y sugieren una correlación entre ambas localidades.

CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS Y TAFONÓMICAS

Los numerosos restos de tallos de posibles pteridofitas recuperados de los niveles basales del canal muestran una orientación preferencial paralela al flujo de la corriente (asociación alóctona) y sugiere que habrían habitado principalmente las zonas cercanas a los márgenes de ríos. En los niveles de areniscas finas a limolíticas asociados a facies de acreción lateral, es notable la presencia de compresiones carbonosas de tallos, esporangios y pequeños ápices de hojas correspondientes a "*Rodea*" sp., los que se disponen en distintas direcciones, muchas veces superpuestos e inclusive cortando los planos de la estratificación de la roca. Estos rasgos tafonómicos, que muestran una buena preservación de órganos vegetales pequeños y delicados, indican el carácter autóctono del depósito. Por otro lado, la preservación regular que exhiben la mayoría de las esporas (principalmente bio-corrosión, resquebrajamiento y rotura de las exinas) obtenidas de los niveles pelíticos interpretados como parte de la planicie aluvial, puede ser explicada por eventos de desecación-inundación. El predominio en estos niveles de esporas tipo *Crassipora*, de afinidad licofítica, confirma la presencia de cuerpos de agua como pantanos o meandros abandonados en la planicie de inundación. Otra evidencia a favor de la exposición subaérea temporaria de los palinomorfos es que el rápido enterramiento minimiza el deterioro biológico de los fósiles y en este caso, se manifiesta un fuerte ataque por parte de microorganismos. Se trata de una asociación para-autóctona muy próxima a su lugar de origen. La baja diversidad en ambos conjuntos paleoflorísticos reflejan una escasa y/o monótona vegetación local relacionada con distintos subambientes en un paisaje con afinidad fluvial que corroboran el carácter continental de los términos basales de la Formación Malimán, apoyado también por la ausencia de elementos marinos.

CONCLUSIONES

Los datos sedimentológicos, paleontológicos y tafonómicos aquí presentados permiten interpretar la sección basal de la Formación Malimán como continental y de naturaleza aluvial. Los niveles psefíticos basales indican la acción de corrientes tractivas muy fluidas atribuidas posiblemente a ríos entrelazados que drenaban desde el este hacia el oeste. La sucesión alternante de areniscas y pelitas muestra, entre otros rasgos sedimentológicos, el desarrollo de acreción lateral que representan el registro de canales fluviales meandriformes con planicies de inundación vegetadas. Si bien este rasgo no es excluyente de este tipo de ambiente, el abundante contenido palinológico y paleontológico de naturaleza continental (autéctono y para-autóctono), la bioturbación intensa no limitada al tope de estratos, la ausencia de grafoglíptidos y la geometría de los estratos, permiten descartar definitivamente un ambiente marino profundo. Con todo, dilucidar si estos registros aluviales se hallan vinculados con abanicos aluviales o son depósitos fluviales axiales, requiere la integración varios perfiles, por lo que no es posible resolverlo en este trabajo. Las psefitas basales, muy bien redondeadas, pueden estar reflejando más de un ciclo depositacional, con un aporte desde unidades eopaleozoicas distribuidas en la Precordillera. Asimismo, el arreglo general granodecreciente evidencia un aumento progresivo del espacio de acomodación o una reducción en el aporte detrítico. Cabe señalar también, que en estos depósitos se reconocieron 3 especies de plantas y 11 especies de esporas cuyo registro previo permite atribuir la asociación al Viseano temprano lo que se contrapone con la inferencia de Tournasiano a partir del hallazgo del cefalópodo *Protocanites scalabrinii* en la localidad tipo. Finalmente, el desarrollo de ambientes continentales en el inicio de la Formación Malimán muestra semejanzas con otros registros distribuidos hacia el sur en la Precordillera (e.g., Formación El Ratón) y plantea un marco depositacional diferente del sugerido previamente. La cuenca malimánica evoluciona desde un ambiente aluvial, continental, hacia ciclos transgresivos regresivos que marcan sucesivas intrusiones marinas. La discordancia basal, alguna vez vinculada con cambios glacioeustáticos, es de naturaleza angular y representa muy posiblemente el resultado de actividad tectónica. Por otra parte, en la sección analizada no se han detectado evidencias que sustenten episodios de enfriamiento, sino por el contrario las condiciones habrían sido benignas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Dres. C. Azcuy y H. Carrizo por la discusión y ayuda en la determinación de la megafloora. Este trabajo ha sido financiado con un proyecto PIP 2307 CONICET y UBACYT X 136. Las sugerencias del árbitro Dr. Ricardo Astini y del comité editor, han sido de gran ayuda para mejorar el trabajo.

REFERENCIAS

- Amenábar, C.R., di Pasquo, M.M., Carrizo, H.A. y Azcuy, C.L., 2005. Palynology of the Chigua and Malimán Formations in the Sierra del Volcán, San Juan province, Argentina. Part I. Palaeomicroplankton and acavate smooth and ornamented spores. *Ameghiniana* (en prensa).
- Azcuy, C.L., Césari, S.N. y Longobucco, M.I., 1981. Las plantas fósiles de la Formación El Ratón (provincia de San Juan). *Ameghiniana*, 18 (1-2): 11-28.
- Azcuy, C.L., Carrizo, H.A. y Caminos, R., 2000. Capítulo 11. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque San Rafael. En: R. Caminos, (ed.): *Geología Argentina*, pp. 261-318. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires.
- Baldis, B.A. y Sarudiansky, R., 1975. El Devónico en el noroeste de la Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 30 (4): 301-329.
- Balme, B.E., 1995. Fossil *in situ* spores and pollen grains: an annotated catalogue. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 87: 81-323.
- Chernoglasov, G.Ch., 1988. Aspectos geológicos y paleontológicos de la Formación Malimán en la quebrada Don Agustín, provincia de San Juan. Trabajo Final de Licenciatura, 79 pp., UBA, inédito.
- Clayton, G., Coquel, R., Doubinger, J., Gueinn, K.J., Loboziak, S., Owens, B. y Streel, M., 1977. Carboniferous miospores of western europe: illustration and zonation. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, 29: 1-71.
- Furque, G. y Baldis, B., 1973. Nuevos enfoques estratigráficos en el Paleozoico del Noroeste de la Precordillera. Quinto Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 241-251.
- Limarino, C.O. y Césari, S.N., 1993. Reubicación estratigráfica de la Formación Cortaderas y definición del Grupo Angualasto (Carbonífero Inferior, Precordillera de San Juan). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 47(1): 61-72.
- Loboziak, S., Streel, M., Caputo, M.V. y Melo, J.H.G., 1991. Evidence of West European-defined miospore zones in the uppermost Devonian and Lower Carboniferous of the Amazonas Basin (Brazil). *Geobios*, 24: 5-11.
- Melo, J.H.G. y Loboziak, S., 2003. Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 124: 131-202.
- Playford, G. 1971. Lower Carboniferous spores from the Bonaparte Gulf Basin, Western Australia and Northern Territory. Bureau of Mineralogical Resources of Geology and Geophysics of Australia, Bulletin 115: 1-105.
- Utting, J., Keppie, J.D. y Giles, P.S., 1989. Palynology and stratigraphy of the Lower Carboniferous Horton Group, Nova Scotia. En: *Contributions to Canadian Paleontology*, Geological Survey of Canada, Bulletin 396: 117-143.