

RESULTADOS PALINOLOGICOS PRELIMINARES DE ESTRATOS DEL DEVÓNICO Y CARBONIFERO EN EL PERFIL DE BALAPUCA, SUR DE BOLIVIA

Mercedes di Pasquo¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ciudad Universitaria, Pabellón 2, 1º Piso. (1428) Capital Federal. Argentina. E-mail medipa@gl.fcen.uba.ar.

RESUMEN

En esta contribución se dan a conocer 3 asociaciones de palinomorfos halladas en 11 muestras obtenidas de estratos devónicos y carboníferos presentes en el perfil de Balapuca, ubicado en la margen boliviana del río Bermejo en la sierra de San Telmo. Se informa el primer registro para esta región de especies del Carbonífero Temprano (Viseano) que permiten designar a los estratos portadores de la asociación 3 como Formación Saipurú. Se realiza una comparación con otras palinofloras de edad equivalente a fin de determinar la edad relativa de los estratos correspondientes y se discuten brevemente posibles causas de los hiatos comprendidos entre las dos primeras asociaciones (Eifeliano tardío y Givetiano temprano en la Formación Los Monos) y la tercera, y entre esta última y la Biozona RS di Pasquo, contenida en la sobreyacente Formación Itacuamí (Grupo Macharetí, Carbonífero Tardío temprano).

RESULTADOS PALINOLOGICOS PRELIMINARES DE ESTRATOS DEL DEVÓNICO Y CARBONIFERO EN EL PERFIL DE BALAPUCA, SUR DE BOLIVIA

Mercedes di Pasquo¹

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ciudad Universitaria, Pabellón 2, 1º Piso. (1428) Capital Federal. Argentina. E-mail medipa@gl.fcen.uba.ar.

Palabras clave. Palinología – Formaciones Los Monos y Saipurú - Cuenca Siluro-Devónica - Carbonífero – Sur de Bolivia.

INTRODUCCIÓN

La cuenca oriental Siluro - Devónica, que aflora en Argentina, en las Sierras Subandinas y Sistema de Santa Bárbara y se extiende en el subsuelo de gran parte del Chaco Salteño y la Llanura Chacoparanense, forma parte de una cuenca de gran distribución areal que cubre casi todo el territorio boliviano, con extensión a Perú, Paraguay y Brasil (Vistalli, 1999). Recientemente Dalenz – Farjat et al. (2002) la interpretaron como una cuenca de retroarco sin acortamiento. Albariño et al. (2002) y Alvarez et al. (2003) establecieron un modelo de distribución de facies en un contexto secuencial, como una plataforma silicoclástica marina dominada por oleaje entre el Ludlowiano y Frasniano donde la depositación estuvo controlada por variaciones eustáticas con al menos tres eventos de regresiones forzadas indicadas por cuerpos arenosos depositados hacia el centro de cuenca, integrando estudios paleontológicos en su mayoría inéditos. Por otro lado, escasas son aún las publicaciones específicas con resultados palinológicos obtenidos de unidades del Devónico y Carbonífero Temprano en el noroeste de Argentina, las cuales pueden consultarse en Ottone (1996) y Azcuy y di Pasquo (2000). Limachi et al. (1996) proponen esquemas bioestratigráficos del Devónico basados sólo en listas de especies sin ilustraciones. Grahn (2002) presentó nueva información palinoestratigráfica basada en el estudio de quitinozoarios del Silúrico Superior y Devónico del centro y sur de Bolivia, donde incluyó una nueva especie hallada en el perfil aquí en estudio.

La Formación Tupambi, ubicada en la base del Grupo Macharetí (Carbonífero Superior), es la unidad directamente vinculada con la problemática del límite Devónico – Carbonífero. Esta formación sobreyace en discordancia a unidades del Devónico en el Norte de Argentina mientras que en Bolivia se conocen otras dos Formaciones, Iquirí (Devónico Superior) y Saipurú (= Itacua, Carbonífero Inferior), según la ubicación geográfica de la columna estratigráfica dentro de la Cuenca Tarija. Mayor información geológica y paleontológica sobre el límite Devónico-Carbonífero y Carbonífero Tardío (Cuenca Tarija) de las Sierras Subandinas y Cordillera Oriental del Noroeste Argentino y sur de Bolivia puede consultarse en trabajos de síntesis como Azcuy y di Pasquo (2000) y Suárez Soruco (2000). Recientes estudios palinológicos y bioestratigráficos del Carbonífero Tardío en el área argentina de la Cuenca Tarija, correspondientes a los Grupos Macharetí y Mandiyutí, fueron publicados por di Pasquo (2002, 2003) y del Papa y di Pasquo (2005).

El grado de avance en estos temas es importante pero aún insuficiente para resolver cuestiones tan controvertidas como la/s fase/s diastrófica/s que afectaron las rocas del límite Devónico-Carbonífero en el oeste de Gondwana, así como para comprender la distribución paleobiogeográfica de las microfloras y su relación con los cambios paleoclimáticos a través del Devónico-Carbonífero en América del Sur. El objetivo principal de este estudio es dar a conocer las asociaciones de palinomorfos halladas en 11 muestras obtenidas de estratos devónicos y carboníferos presentes en el perfil de Balapuca, ubicado en la margen boliviana del río Bermejo en la sierra de San Telmo (Figura 1). En la Figura 2 se sintetiza la información litoestratigráfica con una breve descripción litológica, ubicación de discordancias y de las muestras palinológicas aquí estudiadas, y edad de las asociaciones aquí estudiadas comprendidas en la sección que infrayace al Grupo Macharetí. La ubicación geográfica de

algunos niveles muestreados se indica en km, considerando como punto de origen, la Aduana Boliviano-Argentina, Bermejo- Aguas Blancas. Además, se realiza una comparación con otras palinofloras de edad equivalente a fin de determinar la edad relativa de los estratos correspondientes y se discute brevemente posibles causas de los hiatos entre asociaciones. La información palinológica y biostratigráfica obtenida de las capas del Carbonífero Superior, incluida parcialmente en la Figura 2, fue publicada por di Pasquo (2003) y se remite al lector consultar este trabajo para interiorizarse sobre las comparaciones y edad de dichas asociaciones. El trabajo sistemático completo de las asociaciones aquí presentadas se encuentra en preparación.

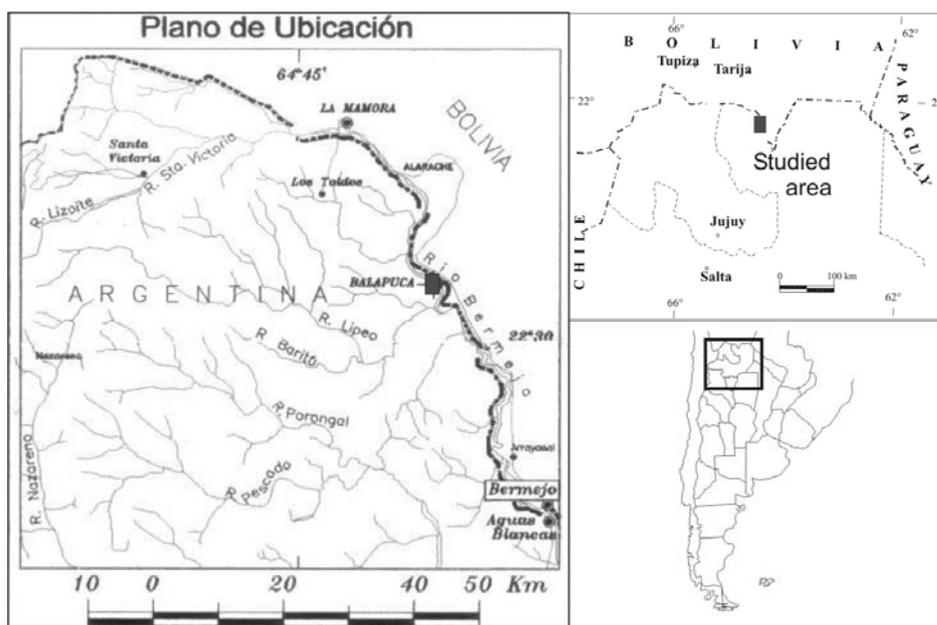


Figura 1. Plano de ubicación del área de estudio.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ASOCIACIONES

ASOCIACIÓN 1

La asociación más antigua es recuperada de las muestras BAFC-PI 1283, 1282, 1281 y 1284 (véase Fig. 2) y está compuesta por elementos principalmente de origen continental, asociados con escasos palinomorfos marinos subordinados, representados por quitinozoarios y prasinofitas / acritarcas (formas esferoidales sin procesos), mostrando en su conjunto una preservación relativamente buena. Las especies características son: *Dibolisporites echinaceus* (Eisenack) Richardson 1965, *Emphanisporites rotatus* McGregor 1961 emend. McGregor 1973, *Emphanisporites annulatus* McGregor 1961, *Acinosporites acanthomammillatus* Richardson 1965, *Acinosporites lindlarensis* Riegel 1968, *Grandispora douglastownense* McGregor 1973, *Grandispora pseudoreticulata* (Menéndez y Pöthe de Baldis) Ottone 1996, *Grandispora brevizonata* (Menéndez y Pöthe de Baldis) nov. comb. (basiónimo: *Hymenozonotriletes brevizonatus* Menéndez y Pöthe de Baldis 1967), *Grandispora verrucosa* (Menéndez y Pöthe de Baldis) nov. comb. (basiónimo: *Hymenozonotriletes verrucosus* Menéndez y Pöthe de Baldis 1967), *Apiculatasporites inferus* (Menéndez y Pöthe de Baldis) nov. comb. (basiónimo: *Acanthotriletes inferus* Menéndez y Pöthe de Baldis 1967), *Verruciretusispora ornata* (Menéndez y Pöthe de Baldis) Pérez Leyton 1990 ex nov. comb. (basiónimo: *Retusotriletes ornatus* Menéndez y Pöthe de Baldis 1967), *Retusotriletes paraguayensis* Menéndez y Pöthe de Baldis 1967, *Retusotriletes maculatus* McGregor & Camfield 1976, *Apiculatisporis grandis* Menéndez y Pöthe de Baldis 1967, *Cymbosporites catillus* Allen 1965, y los quitinozoarios

Ancyrochitina taouratinensis Boumendjel 1985, *Ancyrochitina* sp. Grahn 2002 (ilustrado en su fig. 5 H).

ASOCIACIÓN 2

Una segunda asociación más diversa, comprende especies principalmente de esporas junto con muy escasas prasinofitas/acritarcas (formas esferoidales sin procesos) y quitinozoarios. Entre las especies que aparecen desde la muestra BAFC-PI 1270 y alcanzan el nivel BAFC-PI 1273 (véase Fig. 2), se encuentran esporas como *Grandispora mammillata* Owens 1971, *Grandispora protea* (Naumova) Moreau-Benoit 1980, *Grandispora daemonii* Loboziak, Strel & Burjack 1988, *Geminispora lemurata* Balme emend. Playford 1983, *Grandispora permulta* (Daemon) Loboziak, Strel and Melo 1999, *Apiculiretusispora brandtii* Strel 1964 (= *A. nitida* Owens 1971), *Apiculatasporites adavalensis* Balme 1988, *Cyclogranisporites plicatus* Allen 1965, *Verrucosisporites scurrus* (Naumova) McGregor y Camfield 1982, *Acinosporites ledundae* Ottone 1996, *Hystricosporites* sp. Ottone 1996, megasporas como *Aulicosporites vitabilis* Allen 1965, formas fitoplantónicas tales como *Hemiruptia legaultii* Ottone 1996, *Quadrisporites granulatus* (Cramer) Ströther 1991, *Quadrisporites variabilis* (Cramer) Ottone and Rossello 1996, *Chomotriletes vendugensis* Naumova 1953, y el quitinozoario *Ancyrochitina* sp. Grahn 2002 (ilustrado en su fig. 7 C). La asociación se completa con abundantes restos de cutículas y leños de diversos tamaños.

ASOCIACIÓN 3

Se trata de una asociación obtenida de las muestras BAFC-PI 1468, 1469, 1470 (véase Fig. 2), en la cual se reconocen dos conjuntos, uno autóctono compuesto solo por esporas entre las que se destacan *Punctatisporites springsurensis* Playford 1978, *Cyclogranisporites flexuosus* Playford 1962, *Cyclogranisporites australis* Azcuy 1975, *Convolutispora insulosa* Playford 1978, *Convolutispora varicosa* Butterworth & Williams 1958, *Convolutispora florida* Hoffmeister, Staplin & Malloy 1955, *Convolutispora balmei* Playford 1971, *Convolutispora major* (Kedo) Turnau 1978, *Campotriletes verrucosus* Playford 1964, *Dibolisporites microspicatus* Playford 1978, *Dibolisporites acritarchus* Playford 1978, *Cristatisporites colliculus* Playford 1971, *Cristatisporites peruvianos* Azcuy y di Pasquo 2005, *Colatisporites decorus* (Bharadwaj and Venkatachala) Williams in Neves et al. 1973, *Schopfites claviger* (Sullivan) emend. Higgs, Clayton and Keegan 1988, *Foveosporites appositus* Playford 1971, *Spelaeotriletes balteatus* Higgs 1975. El otro conjunto comprende elementos retrabajados (esporas, megasporas, acritarcas, prasinofitas y quitinozoarios) de las asociaciones devónicas aquí descritas y otros de antigüedad más joven, no registrados en capas devónicas en este perfil. Entre ellas se citan las esporas *Acinosporites eumammillatus* Loboziak, Strel & Burjack 1988, *Samarisporites triangulatus* Allen 1965, *Kraeuselisporites explanatus* (Luber in Luber and Waltz 1941) Azcuy y di Pasquo 2005, las acritarcas *Exochoderma triangulata* Wicander & Wood 1981, *Stellinium octoaster* (Staplin) Jardiné et al. 1972, *Crucidia camirensis* (Lobo Boneta) Ottone 1996 y los quitinozoarios *Belonechitina holfeltzii* Ottone 1996, *Lagenochitina avelinoi* Lange 1952.

COMPARACIÓN Y EDAD DE LAS ASOCIACIONES

La asociación 1 corresponde a la Formación Los Monos y es atribuida principalmente al Eifeliano tardío basado en el registro previo de las especies diagnósticas listadas. Limachi et al. (1996) presentaron un esquema bioestratigráfico del Siluro-Devónico de Bolivia donde las especies citadas son en todo equivalentes a las presentes en la asociación 1 aquí descrita, y permiten atribuirle a su Biozona *Hymenozonotriletes pseudoreticulatus* del Eifeliano, registrada en secciones de las Formaciones Los Monos - Iquirí en las localidades La Escalera y Mataral. La mayoría de dichas especies a su vez, fueron descritas e ilustradas por primera vez por Menéndez y Pöthe de Baldi (1967), y fueron citadas sólo en asociaciones de Bolivia y recientemente en el Devónico (Givetiano) de la Formación Chigua (Amenábar et al., 2005). Grahn (2002), estudiando los quitinozoarios del Silúrico-Devónico del centro y sur de Bolivia, ilustra *Ancyrochitina taouratinensis* registrado en la Formación Los Monos en el Angosto de Huacareta y *Ancyrochitina* sp. en la sección de Balapuca y atribuye a esta unidad al Givetiano temprano a

medio. Esta disparidad en la edad de la asociación 1 puede deberse al uso de diferentes grupos palinológicos en forma independiente. Por otra parte Richardson y McGregor (1986), en su esquema bioestratigráfico del Siluro-Devónico de Norteamérica, citan *Dibolisporites echinaceus*, *Acinosporites acanthomammillatus*, *Grandispora douglstownense*, como especies características de las Biozonas *Grandispora douglstownense* – *Ancyrospora eurypteroa* atribuida al Emsiano Tardío - Eifeliano Temprano, y *Calyptosporites velatus* – *Rhabdosporites langii* del Eifeliano Temprano. La aparición más temprana de las especies comunes citadas en asociaciones de la franja Paleoeatorial podría explicarse por eventos migratorios posteriores hacia el sur.

La aparición de *Verrucosisporites scurrus* permitiría referir la asociación 2 a la Biozona *Verrucosisporites premnus-V. scurrus* Limachi et al. 1996, registrada según estos autores en las Formaciones Los Monos (parte alta) y base de la Formación Iquirí en las secciones de La Escalera y Chajrahauco, atribuida al Givetiano. Esta asociación es comparable también con la descrita por Ottone (1996) en la Formación Los Monos en la Quebrada Galarza (Argentina) atribuida al Givetiano tardío-Frasniano temprano. Comparte alrededor de 20 especies de esporas, megasporas y prasinofitas aunque las principales diferencias consisten en la ausencia de especies de esporas, acritarcas y quitinozoarios del Givetiano tardío y del Frasniano. De acuerdo con Richardson y McGregor (1986) la asociación 2 puede correlacionarse con la Biozona *Geminospora lemurata-Cymbosporites magnificus* del Givetiano medio, aunque la presencia de *Geminospora lemurata*, especie diagnóstica del Eifeliano-Givetiano de Europa, permite correlacionarla también con la Opeelzona AD Streel et al., atribuida al más tardío Eifeliano-Givetiano temprano por Loboziak et al. (1991). Asimismo, la ausencia de *Samarisporites triangulatus* en la asociación 2 refuerza una antigüedad Givetiana temprana para la parte alta de la Formación Los Monos en esta localidad.

A partir del estudio palinológico de los Grupos Mandiyutí y Macharetí del Carbonífero Superior, di Pasquo y Azcuy (1997) y di Pasquo (2003), reconocieron un conjunto de palinomorfos retrabajados del Carbonífero Temprano en estratos del Carbonífero Superior (Grupos Macharetí y Mandiyutí) que hasta este estudio no habían sido encontrados en depósitos *in situ* en esta región de la cuenca. Así, en este trabajo se describe por primera vez una asociación (asociación 3) atribuida al Carbonífero Temprano (Viseano) sobre la base del registro previo de las especies autóctonas, entre ellas *Punctatisporites springsurensis*, *Cyclogranisporites flexuosus*, *Convolutispora varicosa*, *Convolutispora balmei*, *Campotriletes verrucosus*, *Dibolisporites microspicatus*, *Cristatisporites colliculus*, *Cristatisporites peruvianus*, *Schopfites claviger*, *Foveosporites appositus*. Estas especies son ampliamente reconocidas en asociaciones del Viseano de Australia (Playford 1991). Por otra parte, el conjunto de elementos retrabajados en la asociación 3 permite confirmar la depositación y posterior erosión de depósitos que abarcan el Givetiano medio-tardío hasta posiblemente el Tournaisiano más temprano, generando un hiato erosivo entre dichas asociaciones. A partir de ese momento en esta localidad habría actuado la fase Chánica elevando los depósitos devónicos, los cuales fueron poco después erosionados y sus palinomorfos incluidos en depósitos más jóvenes en repetidas ocasiones. Por lo tanto, la edad de la asociación y la litología del depósito permiten corroborar la presencia de la Formación Saipurú en esta localidad.

El análisis palinoestratigráfico de los depósitos que sobreyacen en discordancia a las capas portadoras de la asociación 3 fue publicado por di Pasquo (2003), en su trabajo sobre palinología y bioestratigrafía de los Grupos Macharetí y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina. Allí esta autora estableció la Superzona K.v.-C.p. dentro de la cual definió, discutió e ilustró cinco palinozonas formales y publicó también la sección del Carbonífero Superior del perfil de Balapuca en correlación con otras secciones, el cual es aquí parcialmente sintetizado en la Figura 2. La Formación Tupambi se encuentra representada en este perfil por un paquete de alrededor de 30 m de areniscas aunque no ha brindado palinomorfos por lo que no puede ser corroborada palinoestratigráficamente su existencia. Sobre ellas se dispone un banco de pelitas negras (gris-verdosas superficialmente) que brindó una asociación de palinomorfos (BAFC-PI 1267, 1471, 1473, 1474, 1265/1266, 1289) referida por di Pasquo (2003) a la Biozona *R. radiosa* – *A. spinulistratus*, donde se reconocen los taxones clave citados además de granos de polen monosacado que permiten asegurar una antigüedad carbonífera tardía. Por lo tanto, un nuevo hiato se genera entre la asociación 3 y esta Biozona, posiblemente debido a un cambio paleoclimático (congelamiento) que habría

favorecido la no depositación en esta localidad hasta que un mejoramiento climático ya en el inicio del Carbonífero tardío permitiría la reactivación de la depositación que se continuaría hasta el final de este tiempo.

Formación	Espesor	Litología	BAFC-PI	Ubicación	Descripción	Asociaciones	Edad
Tarija	930 m		*1474	Km 40,7	Lutitas negras intercaladas en diamictitas oscuras		Namuriano C
Itacuamí	25 m		*1473		Lutitas negras	Biozona RS	
			*1471				
			1267				
Tupambi?	30 m			D	Areniscas finas-medias blanco-amarillentas, macizas	Sin información	
Saipurú	25 m		*1470		Diamictita de matriz arenosa	Asociación 3	Viseano
			*1469		blanquecina con lentes pelíticos		
			*1468	D			
Los Monos	5 m		1273		Pelitas negras entre areniscas micáceas		Givet. temp.
	10 m		1269		Diamictita negra con matriz pelítica	Asociación 2	
			1268	Km 40,5			
	30 m		1270		Areniscas conglomerádicas con lentes de pelitas oscuras en una estructura hummocky		
	150 m		1284		Pelita negra laminada y micácea (6 m arriba)	Asociación 1	Eifel.-Givet.
			1281		Pelitas oscuras y areniscas ondulíticas alternantes		
			1282		Limolitas castañas plegadas (núcleo anticlinal)		
1283			Km 36,5	Lutita negra micácea			

Figura 2. Sección litoestratigráfica simplificada del perfil de Balapuca registrada en el flanco occidental del anticlinal en la Sierra de las Pavas (Argentina) o San Telmo (Bolivia), no representada a escala. Las capas tienen buzamiento hacia el oeste aproximadamente a partir del km 35. Las muestras que figuran con un asterisco corresponden a las obtenidas en la campaña de 2000, las otras fueron obtenidas de la campaña en 1998. D = Discordancia. Véase explicación adicional en el texto.

CONCLUSIONES

1. Se identificaron 2 asociaciones en la Formación Los Monos, una atribuida al Eifeliano tardío y la otra al Givetiano temprano.
2. En la asociación 3, que se halla en capas dispuestas en relación de discordancia sobre las que contienen a la asociación 2, se registran por primera vez para esta región especies del Carbonífero Temprano (Viseano) que permiten designar a los estratos portadores como Formación Saipurú.
3. El conjunto de elementos retrabajados en la asociación 3 permite confirmar la depositación y posterior erosión de depósitos que abarcan el Givetiano medio-tardío hasta posiblemente el Tournaisiano más temprano, generando un hiato erosivo entre dichas asociaciones como consecuencia de la fase Chánica.
4. Entre la asociación 3 y la Biozona RS comprendida en las Formaciones Itacuamí y base de Tarija (Carbonífero Superior), se genera un nuevo hiato atribuible a un cambio paleoclimático (congelamiento) que habría favorecido la no depositación en esta localidad y un mejoramiento climático ya en el inicio del Carbonífero tardío permitiría la reactivación de la depositación que se prolongaría hasta el final de este tiempo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo incluye el análisis palinológico de muestras recolectadas en capas del Devónico y Carbonífero en dos campañas, una realizada en el año 1998 en compañía del Dr. E. Gallardo, y otra en 2000 en el marco de la Beca Postdoctoral (CONICET), en compañía del Lic. Luis Albariño y el Dr. Jaime Oller, a quienes la autora les agradece su asistencia estratigráfica. A mi hermana Paula, por su generosa ayuda para concretar esta contribución en un momento especial de mi vida.

REFERENCIAS

Albariño, L., Dalenz Farjat, A., Alvarez, L., Hernández, R. y Pérez Leyton, M., 2002. Las Secuencias Sedimentarias del Devónico en el Subandino Sur y el Chaco. Bolivia y Argentina, Quinto Congreso Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. CD Trabajos Técnicos. Mar del Plata.

Alvarez, L.A., Dalenz Farjat, A., Hernández, R.M. y Albariño, L.M., 2003. Integración de facies y biofacies en un análisis secuencial en plataformas clásticas devónicas del sur de Bolivia y noroeste Argentino. Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología, 10 (2): 103-121.

Amenábar, C.R., di Pasquo, M.M., Carrizo, H. y Azcuay, C.L., 2005. Palynology of the Chigua and Maliman Formations in the Sierra del Volcán, San Juan province, Argentina. Part I. Palaeomicroplankton and acavate smooth and ornamented spores. Ameghiniana (en arbitraje).

Azcuy, C.L. y di Pasquo, M.M., 2000. Capítulo 11. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. En: Roberto Caminos (Coordinador - Editor), Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (11): 239-260.

Dalenz Farjat, A., Alvarez, L.A., Hernández, R.M. y Albariño, L.M., 2002. Cuenca Siluro-Devónica del Sur de Bolivia y del Noroeste Argentino: algunas interpretaciones. Quinto Congreso Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. CD Trabajos Técnicos. Mar del Plata.

del Papa, C. y di Pasquo, M.M., 2005. Palaeoenvironmental interpretation and palynology of outcrop and subsurface sections of the Tarija Formation (Upper Carboniferous), Northwestern Argentina. Journal of South American Earth Sciences. 2004. En prensa.

di Pasquo, M., 2002. The *Crassispora kosankei* - *Cystoptychus azcuayi* Palynozone from the Upper Carboniferous Tupambi Formation, Tarija basin, northern Argentina. Review of Palaeobotany and Palynology 118: 47-75

di Pasquo, M.M., 2003. Avances sobre palinología, bioestratigrafía y correlación de las asociaciones presentes en los Grupos Machareti y Mandiyuti, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina. Ameghiniana 40(1): 3-32.

Grahn, Y., 2002. Upper Silurian and Devonian Chitinozoa from central and southern Bolivia, central Andes. Journal of South American Earth Sciences, 15: 315-326.

Limachi, R., Goitia, V.H., Sarmiento, D., Arispe, O., Montecinos, R., Diaz Martínez, E., Dalenz Farjat, A., Liachenco, N., Pérez Leyton, M. y Aguilera, E., 1996. Estratigrafía, Geoquímica, Correlaciones, Ambientes Sedimentarios y Bioestratigrafía del Silúrico-Devónico de Bolivia. Doceavo Congreso Geológico de Bolivia (Tarija 1996), Memorias, p. 183-197.

Loboziak, S., Streel, M. y Weddige, K., 1991. Miospores, the *lemurata* and *triangulatus* levels and their faunal indices near the Eifelian/Givetian boundary in the Eifel (F.R.G.). Ann. Soc. Géol. Belg. 113: 299-313.

Ottone, E.G. (1996): Devonian palynomorphs from the Los Monos Formation, Tarija Basin, Argentina. Palynology, 20: 101-151.

Playford, G., 1991. Australian Lower Carboniferous miospores relevant to extra-Gondwanic correlations: an evaluation. Courier Forsch.-Inst. Senckenberg, 130, 85-125.

Richardson, J.B. y McGregor, D.C., 1986. Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone Continent and adjacent regions. Geol. Surv. Can. Bull. 364: 1-79.

Suárez Soruco, R., 2000. Compendio de Geología de Bolivia. Revista Yacimientos Petrolíferos Fiscales de Bolivia, 18 (1-2): 1-213.

Vistalli, M.C., 1999. Cuenca Silúrico Devónica. Decimocuarto Congreso Geológico Argentino (Salta 1999), Relatorio, I: 168-184.