Asociaciones palinológicas en las formaciones Los Monos (Devónico) e Itacua (Carbonífero Inferior) en Balapuca (Cuenca Tarija), sur de Bolivia. Parte 2. Asociaciones de la Formación Itacua e interpretación estratigráfica y cronología de las formaciones Los Monos e Itacua

Mercedes di Pasquo

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

RESUMEN

Se presenta el resultado palinológico de tres muestras fértiles de la Formación Itacua, la cual aflora en la localidad de Balapuca ubicada en la margen boliviana del río Bermejo, en la sierra de San Telmo. La extensión estratigráfica de las especies determinadas en esta asociación permitió identificar dos conjuntos de palinomorfos, uno autóctono compuesto por 61 especies de esporas y escasas colonias de *Botryococcus*, y otro conjunto de especies retrabajadas conformado por esporas, acritarcas, prasinofitas, algas clorofíceas, criptosporas y quitinozoarios, en su mayoría procedentes de capas del Devónico y subordinadas esporas del Tournaisiano (Carbonífero). Dos especies de esporas autóctonas se proponen como nuevas combinaciones. La distribución estratigráfica de especies autóctonas claves permitió asignar dicha asociación al Viséano temprano (Carbonífero Temprano). Se trata del primer trabajo donde se ilustran por primera vez palinomorfos de esta antigüedad (así como una selección de especies retrabajadas) obtenidos de un depósito *in situ* de la Formación Itacua presente en la parte sur de la Cuenca Tarija. Sobre la base de la edad atribuida a las formaciones Los Monos e Itacua en este estudio, queda definido un hiato entre ellas, caracterizado por un lapso erosivo en el Frasniano-Tournaisiano y otro no depositacional durante el Famenniano tardío ('Struniano'), basado en la presencia/ausencia en la asociación de la Formación Itacua de especies de palinomorfos retrabajados con extensión estratigráfica restringida. Por otra parte, sobreyacen a esta unidad sedimentitas del Grupo Macharetí datadas con palinología como del Carbonífero Tardío temprano. Entre ambas unidades se registra un nuevo hiato que abarca el Viséano tardío-Serpukhoviano interpretado en parte como no depositacional. Se incluye, además, una discusión sobre las principales causas de ambos *hiatus*.

Palabras claves: Palinoestratigrafía, Formación Itacua, Carbonífero Inferior, Formación Los Monos, Devónico, Cuenca Tarija, Sur de Bolivia.

ABSTRACT

Palynological assemblages present in Los Monos (Devonian) and Itacua (Early Carboniferous) formations at Balapuca (Tarija basin), southern Bolivia. Part 2. Itacua Formation assemblages and stratigraphical interpretation and chronology of the Los Monos and Itacua formations. The palynological result of three fertile samples of the Itacua Formation is presented. This unit crops out at Balapuca located in the Bolivian margin of the Bermejo river, in the mountain range of San Telmo. The stratigraphic extension of the species determined in this association allowed the identification of two sets of palynomorphs, one indigenous, composed of 61 species of spores and few colonies of *Botryococcus*, and another set of reworked species, composed by spores, acritarchs, prasinophytes, chloroficean algae, cryptospores and chitinozoans, mostly coming from the Devonian layers and subordinated spores of the Tournaisian (Carboniferous) ones. Two indigenous spore species are proposed as new

combinations. The stratigraphical distribution of indigenous key species allowed assigning this association to the early Visean (Early Carboniferous). This is the first work where indigenous palynomorphs of this age are illustrated along with a selection of reworked species, and are obtained of an *in situ* deposit of the Itacua Formation cropping out in the southern Tarija Basin. Based on the age attributed to the Los Monos and Itacua formations in this study, a *hiatus* is defined between them, characterized by an erosive phase during the Frasnian-Tournaisian and, another non-depositional *hiatus* identified in the latest Famennian ('Strunian'). This is interpreted from the presence/absence of reworked species with restricted stratigraphical range in the Itacua Formation assemblage. On the other hand, the Macharetí Group overlies this unit, and it was dated as early Late Carboniferous based on palynology. Between both units, a new *hiatus* that spans the late Visean-Serpukhovian partly interpreted as non-depositional is registered. In addition, a discussion about a possible tectonic and glacioeustatic origen for both *hiatus* is included.

Key words: Palynostratigraphy, Itacua Formation, Early Carboniferous, Los Monos Formation, Devonian, Tarija Basin, Southern Bolivia.

INTRODUCCIÓN

Las sedimentitas del Devónico en la Cuenca Tarija están representadas por las formaciones Santa Rosa, Icla, Huamampampa, Los Monos e Iquirí y abarcan desde el Lochkoviano hasta el Frasniano. Sobre alguna de estas unidades del Devónico le sigue, en discordancia, la Formación Itacua de distribución areal restringida. Por arriba y en discordancia sobre cualquiera de las mencionadas formaciones, se encuentran rocas del Carbonífero Superior, las cuales se reúnen en los Grupos Macharetí (formaciones Tupambi, Itacuamí, Tarija-Chorro-Taiguati) y Mandiyutí (Escarpment, San Telmo). Una descripción más detallada de la estratigrafía de la región, mapa de cuencas y un cuadro de correlación estratigráfica pueden consultarse en di Pasquo (2007).

Se presenta el análisis palinoestratigráfico de una sección de la Formación Itacua, expuesta en la localidad de Balapuca (22°31'00"S, 64°26'00"W), ubicada del lado boliviano en el límite con Argentina (noroeste de Salta). La primera parte del trabajo (véase di Pasquo, 2007) incluyó una introducción geológica donde se presentó la Formación Itacua, la ubicación estratigráfica de las muestras estudiadas tanto en esta unidad como en la Formación subyacente Los Monos, y la metodología de campo y laboratorio empleada (válida para ambas partes del trabajo), así como la caracterización palinológica cuali- y cuantitativa de las dos asociaciones registradas en la Formación Los Monos, la ilustración de la mayoría de las especies determinadas y una comparación con otras microfloras coetáneas o similares en edad y composición. En esta segunda parte se presenta la caracterización cuali- y cuantitativa de la asociación palinológica correspondiente a la Formación Itacua (asociación 3), una comparación con otras asociaciones coetáneas o similares que permite sustentar su edad y se discute la importancia de la determinación de especies de palinomorfos retrabajados en la caracterización cronológica del hiato identificado entre dichas unidades estratigráficas. Asimismo, se analizan posibles causas del origen de ese hiato y de otro identificado entre la Formación Itacua y la suprayacente base del Grupo Macharetí, y se incluyen las conclusiones generales de ambas partes del trabajo.

PROCEDENCIA DEL MATERIAL ESTUDIADO

La asociación 3 de la Formación Itacua fue recuperada del conjunto de estratos (15 m), compuesto por diamictitas de color gris blanquecino con una matriz arenosa de grano fino y clastos de diversos tamaños, forma y composición. Este paquete se dispone en contacto irregular aparentemente discordante sobre un banco de areniscas micáceas grises y pelitas negras (BAFC-Pl 1273) de poco espesor que conforma la parte cuspidal de la Formación Los Monos en esta localidad. Las diamictitas presentan una fuerte consolidación y están atravesadas por numerosas venillas de cuarzo. Se intercalan o incluyen lentes pelíticos (máximo espesor de 15 cm) de donde provienen las muestras BAFC-Pl 1468, 1469 y 1470, distanciadas entre sí por apenas uno a tres metros (véase di Pasquo,

2007, figs. texto 1A-E, 2A). La sucesión del Carbonífero Superior correspondiente al Grupo Macharetí, sobreyace en relación discordante aparentemente, y comienza con un paquete de alrededor de 30 m de areniscas posiblemente atribuibles a la Formación Tupambi, pues no se han obtenido muestras fértiles que permitan corroborar paleontológicamente su edad. A éste le sigue un banco (*ca*. 10 m de espesor) de pelitas gris verdosas de las que se recuperó la primera asociación palinológica referida por di Pasquo (1999, 2003) a la Biozona *R. radiosa-A. spinulistratus* atribuida al Carbonífero Tardío temprano (véase di Pasquo, 2007, figs. texto 1D).

RESULTADO PALINOLÓGICO

La asociación 3 registrada en las diamictitas de la Formación Itacua (BAFC-Pl 1468 a 1470), se compone de abundantes y muy diversos palinomorfos con una preservación muy variada, desde formas bien preservadas, enteras y de coloración castaño claro a amarillo claro (TAI 2-3, escala de Utting *et al.,* 1989, *in* Utting y Wielens, 1992), a otras fragmentadas y de color castaño oscuro a negro (en general comprende material retrabajado). Se determinaron 61 especies autóctonas de esporas trilete y *Botryococcus* sp., cuya distribución estratigráfica y cuantitativa (con la autoría completa) se presenta en la Fig. texto 1, en la cual con un asterisco se destacan las especies citadas y/o ilustradas por primera vez en Bolivia. El análisis cuantitativo se basó en el conteo de aproximadamente 250 ejemplares por muestra. En la columna 'Referencias', figura la literatura seleccionada (trabajos sistemáticos o donde al menos se incluyen ilustraciones de las especies citadas junto con los trabajos bioestratigráficos aquí discutidos) utilizada en la Fig. texto 2 donde se muestran las distribuciones estratigráficas de las especies más representativas de la asociación aquí analizada. En ambas figuras las especies se presentan en orden de aparición en la sucesión estratigráfica. Se destaca la aparición de abundantes acritarcas en el nivel 1470 (Fig. texto 1) que no fueron registrados en la Formación Los Monos de este perfil junto con otras especies de esporas, acritarcas, prasinofitas y quitinozoarios reconocidos en esa unidad (véase di Pasquo, 2007, fig. texto 3). Por ello, como se analizará más adelante, este conjunto de especies es interpretado como retrabajado de unidades más antiguas del Devónico y ¿Tournaisiano?, como fuera anticipado por di Pasquo (2005).

En la figura texto 4 se presenta una correlación de las biozonas del Devónico y Carbonífero Temprano de Europa Occidental y América del Norte (A), Rusia (B), Australia (C), Brasil (D) y Bolivia (E) y la ubicación temporal de las tres asociaciones y los hiatos en la sección de Balapuca.

La determinación sistemática de las especies permitió identificar y proponer dos nuevas combinaciones, las cuales son incluidas en un Apéndice al final del trabajo. Cabe señalar que la autora ha contribuido recientemente en trabajos sistemáticos donde fueron tratadas gran parte de las especies aquí determinadas y donde se citan trabajos sistemáticos previos de relevancia también para este trabajo (*e.g.,* Azcuy y di Pasquo, 2005, 2006; Amenábar *et al.,* 2006, en prensa). A continuación se describen los rasgos tafonómicos y preservacionales de la asociación.

ASOCIACIÓN 3

Obtenida de las muestras BAFC-Pl 1468 a 1470, presenta un leve predominio de palinomorfos (57%) sobre los fitoclastos (cutículas, leño, restos sin estructura desde castaños hasta negros y materia orgánica amorfa), de color castaño oscuro hasta negro (2+ a 3-). Las esporas se encuentran algunas mejor preservadas y de color más claro (2-) y otras rotas o corroídas y de color castaño oscuro (3- a 3). Presenta una gran diversidad de esporas en la cual se reconocen dos conjuntos, uno autóctono (18% en promedio) compuesto por 61 especies de esporas y escasas colonias de *Botryococcus* (Figs. texto 1, 3; Láms. 1 a 3).

El otro conjunto comprende especies retrabajadas del Devónico *s.l.,* entre las cuales 41 corresponden a esporas (37 especies fueron reconocidas en las asociaciones 1 y 2 aquí descritas y las 4 especies no registradas en ellas tienen una antigüedad algo más joven como se muestra en las Figs. texto 1, 2), 1 megaspora, 3 algas clorofíceas, 1 criptospora, 28 especies de acritarcas/prasinofitas

FIG. TEXTO 1. DISTRIBUCIÓN ESTRATIGRÁFICA Y CUANTITATIVA DE LAS ESPECIES DE PALINOMORFOS AUTÓCTONAS Y RETRABAJADAS DETERMINADAS (CON AUTORÍA COMPLETA) EN LA FORMACIÓN ITACUA.

ESPORAS / NIVELES ESTUDIADOS	1468	1469	1470	LÁMINA	REFERENCIAS
**Anapiculatisporites hystricosus* Playford, 1964	P	P	P	1, W, AB; 2, L	6, 9, 26
**Anapiculatisporites concinnus* Playford, 1962	P	P	P	2, M, R	5, 11, 16
**Endoculeospora larga* (Playford, 1971) nov. comb.	P	P	P	4, C, E	5, 11
Calamospora microrugosa (Ibrahim) Schopf *et al.,* 1944	P	P	P	1, A, I	5, 6, 18, 26, 31, 33
**Camptotriletes verrucosus* Playford, 1964	F	P	P	1, R, AF	3
**Foveosporites appositus* Playford, 1971	P	P	P	1, S, Z, AE	5, 11, 12, 16, 18, 24, 32
**Convolutispora elimata* Playford, 1978	P			1, U; 2, I	5, 7
**Convolutispora florida* Hoffmeister, Staplin y Malloy, 1955	P	P	P	2, Ñ	5, 26
**Convolutispora insulosa* Playford, 1978	P	P		1, AJ	5, 7, 9
Convolutispora major (Kedo) Turnau, 1978	P	P		3, O, P	3, 6, 20, 21, 26 (ret), 29, 32
**Convolutispora varicosa* Butterworth y Wiliams, 1958	F	P		1, Q	4, 5, 7, 9, 11
Crassispora scrupulosa Playford, 1971	P	P		2, AF, AG; 3, Y	5, 21
Cristatisporites colliculus Playford, 1971	P	P	P	3, I, J, L, M	5, 21
Cyclogranisporites australis Azcuy, 1975	F	P	P	1, H	7, 31
Apiculiretusispora semisenta (Playford) Massa *et al.,* 1980	F	P	P	1, E	2, 5, 7, 9, 11, 18, 31
**Cyclogranisporites paleophytus* Neves y Ioannides, 1974	P			1, P	6
**Cordylosporites papillatus* (Naumova) Playford y Satterthwait, 1985	P	F	P	3, X	5, 11
**Densosporites pseudoanulatus* Butterworth y Williams, 1958	P	P		2, P, U; 3, F	34
**Dibolisporites microspicatus* Playford, 1978	F	F	P	1, F, K, L, AI	5, 7, 9
**Raistrickia ponderosa* Playford, 1964	P	P		2, S, T	18
Kraeuselisporites explanatus (Luber) Azcuy y di Pasquo, 2005	P		P	3, S, T	2-3, 6, 8, 11-12, 15-17, 20-21, 24, 29
Leiotriletes ornatus Ischenko, 1956	P		P	1, G	7, 9, 12, 18, 31, 33
**Leiotriletes trivialis* Naumova, 1953	P			1, B	6, 9, 26
**Punctatisporites springsurensis* Playford, 1978	P	P	P	1, C, D	5
**Punctatisporites irrasus* Hacquebard, 1957	F	P		1, O	3, 6, 12, 25, 29
**Schopfites claviger* Sullivan 1968 *emend.* Higgs, Clayton y Keegan, 1988	P	P		1, AG	4-7, 9, 11-12, 16, 18, 20, 24, 26, 32
**Spelaeotriletes triangulus* Neves y Owens, 1966	P	P		2, Y, Z	12, 16, 18, 20, 24
**Spelaeotriletes balteatus* (Playford) Higgs, 1996	P	F		2, AA; 3, Ñ	6, 7, 16, 18, 20, 24, 26 (ret)
Grandispora notensis Playford, 1971	P	P		4, A, F	5, 11, 21
Verrucosisporites depressus Winslow, 1962	P		P	1, AA	7, 18, 21, 24, 31

continuación figura texto 1.

ESPORAS I NIVELES ESTUDIADOS	1468	1469	1470	LÁMINA	REFERENCIAS
**Raistrickia intonsa* (Playford) Playford y Satterthwait, 1986	P			1, X, AC	5, 9, 11
**Verrucosisporites microtuberosus* (Loose) Smith y Butterworth, 1967	P	P	P	4, H, J	35
**Convolutispora tessellata* Hoffmeister, Staplin y Malloy, 1955	P	P		3, N	12
**Neoraistrickia loganii* (Winslow) Coleman y Clayton, 1978	P			3, U	6, 16, 20, 24
Convolutispora ampla Hoffmeister, Staplin y Malloy, 1955	F	F	P	1, AD; 4, G	4, 5, 29, 31
**Dibolisporites acritarchus* (Neville) Playford y Satterthwait, 1986	P	P	P	2, F, G	5, 6, 11
**Apiculatisporis heteroconus* Phillips y Clayton, 1980	P	P	P	1, AH; 2, C, D, H; 3, K	6
Pustulatisporites dolbii Higgs, Clayton y Keeqan, 1988	P	P	P	1, T, V	6, 17, 21, 29
**Dibolisporites medaensis* (Playford) Playford, 1976		F	P	2, N, O, AH	5, 9, 11
**Secarisporites undatus* Playford, 1978		P	P	2, E, J	5, 11
**Spelaeotriletes tuberosus* Utting, 1987		P	P	2, V	12
**Microreticulatisporites nodosus* Playford y Satterthwait, 1985		P		3, G	5
**Punctatisporites resolutus* Playford, 1971		P	P	1, Y	5
**Knoxisporites concentricus* (Byvscheva) Playford y McGregor, 1993		P	P	2, K	3, 6, 12, 17
**Crassispora trychera* Neves y Ioannides, 1974		P	P	3, A-C, H	6, 11, 12, 16, 20, 24, 26 (ret), 32
Convolutispora vermiformis Hughes y Playford, 1961		P	P	2, Q	3, 5, 6, 12, 21, 26
Cordylosporites marciae (Winslow) Playford y Satterthwait, 1985		P		6, G	3, 5, 6, 8, 9, 12, 16, 17, 20, 21, 33
Colatisporites decorus (Bharadwaj y Venkatachala) Williams *in* Neves *et al.,* 1973		P	P	2, W, X	6, 7, 8, 12, 16, 18, 20, 24, 26
**Apiculatisporis hacquebardii* (Playford, 1964) nov. comb.		P		2, A, B	12
Auroraspora solisorta Hoffmeister, Staplin y Malloy, 1955		P	P	2, AB, AC	2, 5, 6, 12, 16, 18, 20, 21, 24, 26, 32, 36
**Granulatisporites qranulatus* Ibrahim, 1933		P	P	1, N, Ñ	24, 26, 34
Auroraspora macra Sullivan, 1968		P	P	2, AD, AE	5-8, 11-12, 16, 18, 20-21, 23, 26, 31-33, 36
Convolutispora oppressa Higgs, 1975			P	4, B	6, 7, 21, 26, 33
**Cristatisporites peruvianus* Azcuy y di Pasquo, 2005			P	3, D, E	7
**Geminospora spongiata* Higgs, Clayton y Keegan, 1988			P	4, I	6
**Velamisporites caperatus* (Higgs) Higgs, Clayton y Keegan, 1988			P	4, D	6
Cordylosporites sp.			P	3, R	
Verrucosisporites sp.			P	3, Q	
**Kraeuselisporites dolianitii* (Daemon) Azcuy y di Pasquo, 2005			P	3, W	16, 18, 20, 24
**Waltzispora polita* (Hoffmeister, Staplin y Malloy) Smith y Butterworth, 1967			P	1, J	5, 7, 9, 11, 16, 18, 20, 24, 26
Retusotriletes triangulatus (Streel) Streel, 1967			P	3, V	

continuación figura texto 1.

ESPORAS / NIVELES ESTUDIADOS	1468	1469	1470	LÁMINA	REFERENCIAS
CHLOROPHYCEAN ALGAE					
Botryococcus sp.	P	P		3, Z, AA	
Especies retrabajadas del Devónico ausentes en A1 o A2					
Grandispora velata (Eisenack) Playford	P	P	P	5, Q	
Hystricosporites sp. cf. *H. mitratus* Allen	P			6, B	
Hystricosporites sp. *in* Ottone		P		6, C	10
Verrucosisporites premnus Richardson	P	P	P	6, L, M	2, 8, 13, 15-16, 20-21, 23, 27-28, 33
Especies de quitinozoos retrabajados del Devónico ausentes en A1 o A2					
**Belonechitina holfeltzii* Ottone	P			5, U	10
Lagenochitina avelinoi Ottone	P				10
Especies de acritarcas retrabajados del Devónico ausentes en A1 o A2					
Exochoderma trianqulata Wicander y Wood	P		P	6, T	10, 19(Eif.-Fam.), 30
Maranhites brasiliensis Brito *emend*. Burjack y Oliveira	P		P		14(Eif.-Fam.), 17, 19
Arkonites bilixus Legault			P		1, 10
Crucidia camirense (Lobo Boneta) Ottone			P	7, O	10, 14(Giv.-Fra), 19
Dactylofusa fastidiona (Cramer) Eisenack *et al*.			P	7, I	10, 19(Praq.-Ems.)
Dictyotidium munificum (Wicander y Wood) Amenábar *et al*.			P	7, R	30
Diexalophasis remota (Deunff) *emend.* Playford			P	7, T	10, 14(Ems.-Fam.)
Diexalophasis simplex Wicander y Wood			P	7, G	
Duvernaysphaera angelae Deunff			P	7, F	10, 14(Eif.-Fra.), 19
Duvernaysphaera tenuicingulata Staplin			P	7, C	10, 14(Ems.-Fam.)
Estiastra rhytidoa Downie			P	7, W	1, 10, 13, 14(Giv.-Fra), 19

ESPORAS / NIVELES ESTUDIADOS	1468	1469	1470	LÁMINA	REFERENCIAS
Exochoderma arca Wicander y Wood			P	7, S	10
Exochoderma irregulare Wicander			P	7, P	10, 19(Eif.-Fam.)
Gorgonisphaeridium winslowiae Staplin *et al*.			P	7, X	17 (Stru)
Gorgonisphaeridium spp.			P	7, L, Q	
Hoeqklintia corallina (Eisenack) Sarjeant y Vavrdová			P	7, U	30
Maranhites mosesii (Sommer) Brito *emend*. Burjack y Oliveira			P	7, E	10, 14(Fra-Fam.), 19
Maranhites spp.			P		
Navifusa brasiliensis (Brito y Santos) Combaz *et al*.			P		
Onondagaella asymetrica (Deunff) Playford			P	7, A	1, 19(Sil.-Ems.), 30
Polyedryxium embudum Cramer			P	7, N	10, 14(Praq.-Fra.), 22
Polyedryxium pharaonis Deunff *ex* Deunff			P	6, V	10, 17, 14(Prag.-Fra.), 22
Polyedryxium talus Deunff			P	7, M	22
Polygonium barredae Ottone			P	7, K	10
Pterospermella spp.			P		
Stellinium comptum Wicander y Loeblich			P		10, 17, 19(Giv.-Fam. Temp.)
Stellinium octoaster (Staplin) Jardiné *et al*.			P	6, Y	10
Synsphaeridium sp.			P		
Umbellasphaeridium deflandrei (Moreau-Benoit) Jardiné *et al*.			P	7, B	10, 14(Giv.-Fam.), 19
Verhyachium trispinosum (Eisenack) Deunff			P	6, Q	10, 30
Acritarcas no determinados			**A**	7, Ñ	

FIG. texto 1. Distribución estratigráfica y cuantitativa de las especies de palinomorfos autóctonas y retrabajadas determinadas (con autoría completa) en la Formación Itacua, ordenadas de acuerdo con los grupos mayores identificados. El análisis cuantitativo por muestra, permitió conocer las abundancias relativas de las especies identificadas cuyos rangos se expresan en letras con el siguiente significado: **P** (presente) = 1,5 %, **F** (frecuente) 1,5-4,0 %, **A** (abundante) > 4,0 %. En la columna 'Referencias' figura la literatura seleccionada (por incluir ilustraciones) utilizada en la confección de las distribuciones estratigráficas de las especies seleccionadas representadas en la Fig. texto 2. En ambas figuras las especies se ordenan, además, por aparición en la sucesión estratigráfica y con un asterisco se destacan aquéllas que se citan y/o ilustran por primera vez en Bolivia. **Referencias: América del Sur: 1-** Le Hérissé *et al.* (1997); Rubinstein (1999); **2-** di Pasquo (1999); **7-** Azcuy, di Pasquo (2005, 2006); **8-** Pérez Leyton (1990, 1991); Limachi *et al.* (1996); **9-** Amenábar *et al.* (2006, en prensa); **10-** Ottone (1996); **13-** Ghavidel-Syooki (2003); **14-** Quadros (1999); **16-** Loboziak *et al.* (1991, 1992); Melo *et al.* (1999); Loboziak *et al.* (2000); Melo, Loboziak (2003); **18-** Iannuzzi, Pfefferkorn (2002); **20-** Burjack *et al.* (1987); Loboziak *et al.* (1988); Rodrigues *et al.* (1995); Loboziak, Streel (1995); Loboziak *et al.* (1997 a, b); Loboziak, Melo (2000, 2002); **21-** Vavrdová *et al.* (1993, 1996); Ottone, Rossello (1996); Díaz Martínez *et al.* (1999); Vavrdová, Isaacson (1999); **22-** Deunff (1971); **23-** Dino (1999); **24-** Loboziak *et al.* (1998); Melo, Loboziak (2000); **33-** Moreau-Benoit (1979, 1980, 1989); Paris *et al.* (1985); Loboziak, Streel (1989). **América del Norte: 3-** Martel *et al.* (1993); **12-** Utting (1987); Utting, Giles (2004); **15-** McGregor, Camfield (1982); Richardson, McGregor (1986); **17-** Playford (1993); Playford, McGregor (1993); **25-** Braman, Hills (1992); **27-** McGregor (1973, 1979, 1996); McGregor, Camfield (1976). **Europa: 4-** McLean *et al.* (2005); 6- Higgs *et al.* (1988); 19- Le Herissé *et al.* (2000); 26- Jäger (2002); **28-** Turnau (1986, 1996); Turnau, Racki (1999); **31-** Azcuy, Ottone (1987); Fasolo *et al.* (2006); **32-** Turnau (1978); **34-** Butterworth, Williams (1958); Braman, Hills (1977); **35-** Smith, Butterworth (1967); Smith (1971); 36- Loboziak, Streel (1981). **Australia**: **5-** Playford, Satterthwait (1985, 1986, 1988); **11-** Playford (1985, 1991); **30-** Kimyai (1983). **Rusia: 29-** Avchimovitch *et al.* (1988, 1993).

entre ellas varias de los géneros *Maranhites, Gorgonisphaeridium* y *Pterospermella*, y al menos dos especies de quitinozoarios (Figs. texto 1, 2, Láms. 4 a 7). Esta separación de formas retrabajadas del total de especies identificadas en la asociación 3 se apoya, además, en el reconocimiento de un notable incremento en la diversidad de especies que se registra a partir del nivel 1468, incluyendo el aumento de acritarcas a 10% en el nivel 1470, las variadas características tafonómicas que presenta el conjunto de palinomorfos registrado en estos niveles (TAI, fragmentación, corrosión, piritización, otros), y el análisis cuidadoso de las distribuciones estratigráficas (Figs. texto 1 a 3). Se remarca la ausencia de invertebrados y restos de plantas fósiles en esta sección de la Formación Itacua.

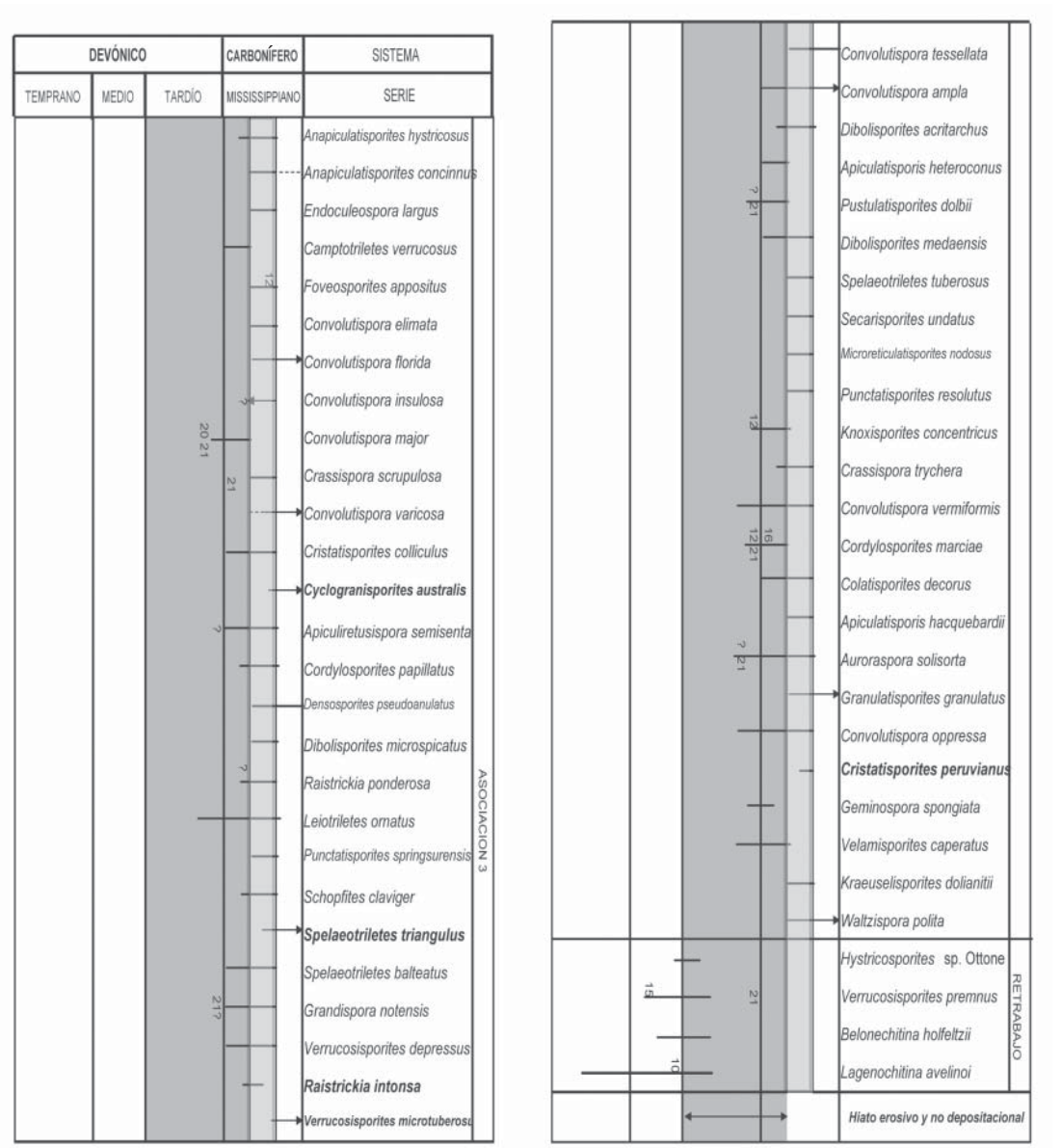


FIG. texto 2. Extensión estratigráfica de especies seleccionadas aquí determinadas en la Formación Itacua en Balapuca (Bolivia), basada principalmente en trabajos de América del Sur y otros relevantes del resto del mundo citados (números) en la columna 'Referencias' de la figura texto 3. Las especies se ordenan por aparición en la sucesión estratigráfica. Las flechas indican la extensión del rango y las líneas punteadas, registros dudosos. Se resaltan en negrita especies con significado estratigráfico para cada asociación. El recuadro en gris oscuro indica la extensión del hiato y el recuadro en gris claro corresponde a la extensión temporal de la asociación 3.

EDAD, COMPARACIÓN Y CORRELACIÓN DE LA ASOCIACIÓN 3

El único esquema palinoestratigráfico que presenta una zonación para el Carbonífero Temprano en Bolivia fue publicado por Suárez Soruco y Lobo Boneta (1983). Estos autores redefinieron tres biozonas comprendidas en la Formación Saipurú basadas en el esquema de Lobo Boneta (1975), la más antigua llamada *Retispora lepidophyta* del Struniano, y las otras dos, *Reticulatisporites magloirei* (=*Cordylosporites marciae*) del Tournaisiano y *Verrucosisporites* sp.-*Cordylosporites magnidictyus* del Viséano con dudas (Fig. texto 4). Sin embargo, se trata en ambos casos de listas de palinomorfos, algunos sin una asignación específica determinada y no cuentan con ilustraciones, por lo cual es imposible realizar una comparación estrecha entre estas biozonas y otras asociaciones tanto de la región como de otros lugares del mundo.

La asociación 3 es atribuida al Carbonífero Temprano (Viséano temprano) sobre la base del registro previo de las especies autóctonas determinadas, entre las que se destacan por su aparición en el Viséano principalmente de Australia y de Europa y América del Norte (Figs. texto 1, 2): *Punctatisporites springsurensis, Anapiculatisporites concinnus, Cyclogranisporites australis, Convolutispora insulosa, Convolutispora varicosa, Convolutispora florida, Convolutispora tessellata, Dibolisporites microspicatus, Crassispora scrupulosa, Cristatisporites peruvianus, Colatisporites decorus, Endoculeospora larga, Foveosporites appositus, Spelaeotriletes tuberosus, Secariporites undatus, Apiculatisporis hacquebardii, Raistrickia intonsa, Verrucosisporites microtuberosus, Granulatisporites granulatus, Waltzispora polita, Schopfites claviger, Kraeuselisporites dolianitii.*

Sin embargo, y pese a la presencia de algunas especies comunes con las asociaciones recientemente descritas de la Formación Ambo en Perú (Azcuy y di Pasquo, 2005, 2006) y de la Formación Potí en Brasil (Melo y Loboziak, 2000), la ausencia de *Cordylosporites magnidictyus,* especie diagnóstica del Viséano tardío en la Biozona *Mag* en Brasil (Melo y Loboziak, 2003) y en Perú (Azcuy y di Pasquo, 2005, 2006) y en la Biozona *G. maculosa* en Australia (Dino y Playford, 2002), y de otras especies diagnósticas como *Schopfipollenites ellipsoides* (véase di Pasquo, 2002), impide establecer su correlación con dichas biozonas (Fig. texto 4). Se destaca la presencia de un hiato en Brasil que abarca el Viséano temprano como se muestra en la figura texto 4.

Hasta el momento la asociación 3 podría ser correlacionada en América del Sur con la Formación Malimán presente en la Cuenca Uspallata-Iglesia (Precordillera Argentina, Amenábar *et al.,* 2006 a, en prensa), basado en su contenido palinológico pues comparten 20 especies tales como ***Anapiculatisporites hystricosus****, Apiculiretusispora semisenta, Auroraspora macra, Auroraspora solisorta,* ***Colatisporites decorus, Convolutispora insulosa, Convolutispora varicosa, Crassispora scrupulosa,*** *Crassispora trychera, Cordylosporites marciae,* ***Cristatisporites peruvianus, Dibolisporites medaensis, Dibolisporites microspicatus, Grandispora notensis,*** *Leiotriletes ornatus, Pustulatisporites dolbii,* ***Raistrickia intonsa, Schopfites claviger, Verrucosisporites microtuberosus, Waltzispora polita****.* En negrita se resaltan las especies que aparecen en el Carbonífero Temprano, las restantes tienen registros ya desde el Famenniano tardío (Figs. texto 1, 2; Playford y McGregor, 1993). Se destacan entre estas últimas *Cordylosporites marciae*, especie de amplia distribución geográfica que presenta un rango total Struniano-Tournaisiano tardío o Viséano temprano (Playford, 1993). Hace su aparición en el Struniano en las cuencas devónicas de Brasil (Melo, 2005) y Bolivia (Vavrdová *et al.,* 1996) y persiste en el Tournaisiano de estas cuencas en tanto se registra en las asociaciones del Viséano en Precordillera (Césari y Gutiérrez, 2001; Amenábar *et al.,* en prensa). Por lo tanto, especies de distribución longeva como la citada no pueden ser usadas como indicadoras de Carbonífero Temprano si no están acompañadas por especies de distribución más acotada (véase más abajo).

Otra asociación comparable es la hallada recientemente por Dueñas y Césari (2006) en la Cuenca Llanos Orientales en Colombia (véase fig. texto 1A en di Pasquo, 2007), asignada al Tournaisiano-Viséano, con la cual comparte 7 especies de esporas de un total de 34, entre ellas, *Colatisporites decorus, Auroraspora solisorta, Schopfites claviger y Anapiculatisporites concinnus.*

A - % grupos palinológicos	Formación Itacua			
	Asociación 3			
	1468	1469	1470	Prom.
Esporas autóctonas	15	20	20	18
Esporas retrabajadas	35	38	30	35
Acritarcas/Prasinofitas/Quitinozoarios	2	2	10	4
Fitoclastos (leño, cutículas, opacos)	43	38	38	40
Materia orgánica amorfa (MOA)	5	2	2	3

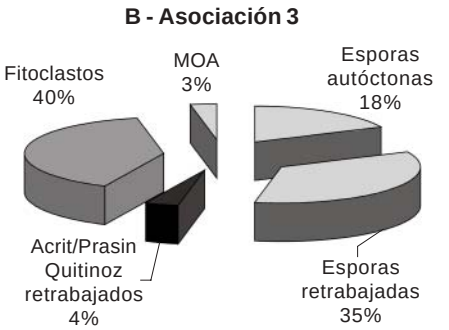


FIG. texto 3. **A.** Tabla de porcentajes de grupos palinológicos mayores y detritos vegetales (cutículas, leño, restos sin estructura desde castaños hasta negros y materia orgánica amorfa) de los niveles estudiados. **B.** Diagrama donde se representan los porcentajes promedio de cada grupo en la asociación 3.

REGIÓN			Europa-NAM	Rusia	Australia	Brasil	Bolivia	Bol-Arg
SISTEMA	SERIE	PISO	A	B	C	D	E	F
CARBONÍFERO	MISSISSIPPIANO	SERPUKHOVIANO	TK		G. maculosa		Verrucosisporites sp.-C. magnidictyus	Hiato
		VISÉANO	nitudus-camosus					
			vetustus-fracta					
			nigra-marginatus			C. magnidictyus		
			TC		A. largus			
			TS					A3
			pusilla	Mu				
		TOURNAISIANO	claviger-macra	exiguus VG				
			pretiosus-clavata	uncatus	G. spiculifera	S. pretiosus-C.decorus	?	Hiato
			balteatus-polyptycha	P. monotuberculatus		S. balteatus-N. loganii		
			hibernicus-distinctus	G. upensis A. septialia		R. arcuatus-W. lanzonii	C. marciae	
			vallatus- incohatus	T. malevkensis				
DEVÓNICO	TARDÍO	"STRUNIANO"	lepidophyta-nitidus	PLE PM lepidophyta-explanatus	R. lepidophyta	R. lepidophyta-V. vallatus	? R. lepidophyta	
			pusillites-lepidophyta	LL LM LV		R. lepidophyta		
		FAMENNIANO	flexuosa-cornuta	VF C. varicornata L. immensus	Microflora Brewer	V. hystricosus R. radiata	?	
			torquata-gracilis	CZ VV		T. torquata-A. pseudocrista		
		FRASNIANO	ovalis-bulliferus	DE OG SD OK		R. bricei-D. mucronatus	Maranhites-Samarisporites	
			C. optivus-C. triangulatus		Spinozontriletes sp. G. lemurata	V. bulliferus-G. piliformis		
	MEDIO	GIVETIANO	lemurata-magnificus	G. extensa	Ancyrospora sp.	S. triangulatus		A2
						G. lemurata-Ch. ligurata	V. premnus-V. scurrus	Sin información
		EIFELIANO	devonicus-naumovii	R. langii	Aratrisporites sp. Hystricosporites sp. Brochozonotriletes	G. permulta		
			velatus-langii	P. tortus		Grandispora-Samarisporites	H. pseudoreticulatus	A1
			douglastownense-eurypterota	D. inassueta				
	TEMPRANO	EMSIANO	annulatus-sextanti	R. clandestinus			Evitia sommerli-Emph. annulatus	
		PRAGIANO	polygonalis-emsiensis			D. emsiensis		
			breconensis-zavallatus					
		LOCHKOVIANO	micromatus-newportensis				Schisocystia-Dictyotriletes	

FIG. texto 4. Cuadro de correlación de las asociaciones aquí estudiadas **(F)** con otras biozonas del Devónico y Carbonífero Temprano de Europa Occidental y América del Norte **(A)**, Rusia **(B)**, Australia **(C)**, Brasil **(D)**, Bolivia **(E)**. Referencias: **A:** Richardson, McGregor (1986); Higgs *et al.* (1988); Clayton (1996); **B:** Avchimovitch *et al.* (1988, 1993); **C:** Playford (1985, 1991); Young (1996); **D:** Melo, Loboziak (2003); **E:** Suárez Soruco, Lobo Boneta (1983); Limachi *et al.* (1996). **Abreviaturas**: (Europa Occidental) **TS**– *K. triradiatus-K. stephanophorus,* **TC**– *P. tessellatus-S. camptyloptera,* **TK**– *S. triangulus-R. knoxi;* (Rusia) **OK**– *C. optivus-S. krestovnikovii,* **SD**– *G. semilucensa-P. donensis*, **OG**– *A. ovalis-V. grumosus*, **DE**– *C. deliquescens-V. evlanensis*, **VV**– *C. vimineus-V. evlanensis*, **CZ**– *C. cristifer-D. zadonica*, **VF**– *D. versabilis – G. famenensis*, **LV**– *R. lepidophyta-A. verrucosa*, **LL**– *R. lepidophyta-K. literatus*, **LM**– *R. lepidophyta –T. mirabilis*, **PLE**– *V. pusillites-R. lepidophyta-I. explanatus*, **PM**– *V. pusillites-T. malevkensis*, **VG**– *M. variomarginata-V. genuinus*, **Mu**– *M. multiplicabilis*. **Z**– Hiato.

DISCUSIÓN SOBRE LA IMPORTANCIA DEL RETRABAJO EN LA CARACTERIZACIÓN DE LOS HIATOS Y EL PALEOAMBIENTE

Por un lado, se verifica en el campo un contacto onduloso entre las formaciones Itacua y Los Monos que posiblemente implica la existencia de una discordancia aunque no muy bien expuesta en la sección analizada. Por otro lado, en la asociación 3 se reconocieron dos conjuntos de especies de palinomorfos basado principalmente en la distribución estratigráfica y en sus diferencias tafonómicas. Uno compuesto por esporas autóctonas que permiten datar la asociación. El otro conjunto reúne las especies retrabajadas, compuesto por esporas, megasporas, acritarcas, prasinofitas y quitinozoarios. Se corrobora a partir del análisis palinológico realizado, un importante hiato que abarca el Frasniano al Tournaisiano (Figs. texto 2, 4; véase fig. texto 1.E en di Pasquo, 2007) en la base de la Formación Itacua y el otro, ubicado en el techo de la unidad en contacto con la Formación Tupambi, el cual se extiende desde el Viséano tardío al Serpukhoviano. En los párrafos que siguen se sustenta la posible naturaleza retrabajada de algunas de las especies halladas en este trabajo en la A3 y su importancia para caracterizar dichos hiatos y en qué medida pueden colaborar tanto las formas autóctonas como retrabajadas en la interpretación paleoambiental del cuerpo de roca que las contiene. Se tuvo en cuenta la información conocida hasta ahora sobre estos temas incluyendo también las interpretaciones de otros autores para contrastarlas con los datos aquí presentados.

La mayoría de las especies retrabajadas en la asociación 3 se hallan en las A1 y A2 y otras provendrían de estratos (o asociaciones) de antigüedad más joven no registrados en Balapuca. Entre ellas se citan las esporas *Hystricosporites* sp. (*in* Ottone, 1996), *Hystricosporites* sp. cf. H. *mitratus,* algunos acritarcas como *Exochoderma triangulata, Stellinium octoaster, Crucidia camirense y los* quitinozoarios *Belonechitina holfeltzii, Lagenochitina avelinoi* (Figs. texto 1, 2). Estas especies indicarían una antigüedad esencialmente Frasniana, y en el esquema de Limachi *et al.* (1996) corresponderían a la Biozona *Maranhites brasiliensis-Samarisporites*, por lo que se sugiere que ocurrió la depositación de capas de esta edad y su posterior erosión, mientras que la ausencia de formas como *Retispora lepidophyta* del Famenniano tardío en la Formación Itacua podría sugerir un lapso de no depositación (Figs. texto 1, 2, 4).

Cabe señalar que numerosos análisis palinológicos sugieren que el límite Devónico-Carbonífero en la franja ecuatorial parece resultado de un progresivo reemplazo de los elementos microflorísticos. Especies como *Retispora lepidophyta* (cosmopolita) permiten definir este límite con su última aparición, como también se sustenta con la primera aparición de otras especies en la base del Tournaisiano (*e.g., Kraeuselisporites explanatus, Cordylosporites papillatus; e.g.,* Playford y McGregor, 1993; Clayton, 1996; House y Gradstein, 2004; Davydov *et al.,* 2004). La presencia de algunas especies de distribución principalmente tournaisiana como las arriba citadas y la ausencia de *Rl* en la A3, permite sugerir que otras especies como *Cordylosporites marciae,* que aparecen en el Struniano, habrían sido retrabajadas de capas tournaisianas. En cambio, otras especies del Tournaisiano tales como *Camptotriletes verrucosus, Apiculatisporis heteroconus, Pustulatisporites dolbii,* podrían ser consideradas autóctonas debido a su relativamente buena preservación y numerosa cantidad de ejemplares y extender su rango al Viséano temprano, mientras que lo contrario ocurre con *Knoxisporites concentricus* y *Convolutispora major* (Fig. texto 2), y podrían tratarse como formas retrabajadas del Tournaisiano.

El retrabajo de palinomorfos tanto del Devónico *s.l.* como del Tournaisiano registrado aquí en la Formación Itacua es un rasgo reconocido también en otras unidades como por ejemplo, del Viséano temprano, la Formación Malimán (Argentina; Amenábar, 2006) y del Viséano tardío, las formaciones Ambo (Perú; Azcuy y di Pasquo, 2005, 2006), Poti y Faro (Brasil; Daemon, 1974; Melo y Loboziak, 2000, 2003). Su presencia sugiere la erosión de rocas aflorantes de esa antigüedad en esas regiones.

Debe remarcarse la necesidad de realizar un cuidadoso análisis de las distribuciones estratigráficas del conjunto de especies determinadas en una asociación para evitar confusiones en la datación de los estratos que las contienen y

mantener el valor estratigráfico de especies clave o inclusive de grandes grupos como los quitinozoarios y acritarcas. Estos grupos de palinomorfos fueron muy diversos y abundantes en ambientes francamente marinos durante el Devónico, pero se extinguieron casi en su totalidad en el límite Devónico-Carbonífero (*e.g.,* Le Hérissé *et al.,* 2000). Algunas causas de esa extinción fueron explicadas por Streel *et al.* (2000), quienes sobre la base de algunas premisas (*e.g.,* Euramérica ubicada en latitudes algo más bajas que las propuestas por paleomagnetismo, la escala de tiempo basada en conodontes y las fluctuaciones del nivel del mar gobernadas por glacioeustatismo), establecieron un modelo de evolución paleoclimática global del Devónico Tardío, en el cual el enfriamiento Famenniano forma parte de un evento de larga duración. Un abrupto cambio en los valores de CO_2 durante el Devónico Medio a Carbonífero Temprano sería producto del incremento en la masa vegetal continental y también en los mares en coincidencia con las importantes cantidades de pelitas negras acumuladas en fondos anóxicos en Gondwana y Euramérica durante ese lapso. Este enterramiento de CO_2 a través de la materia orgánica depositada en pelitas negras eliminó gran cantidad de este gas invernadero de la atmósfera y del mar provocando un efecto no invernadero o de enfriamiento general marcado por eventos de glaciación-deglaciación a veces de muy corta duración. Todavía se investigan otras posibles causas para este enfriamiento global (*e.g.,* caída de meteoritos; Streel *et al.,* 2000).

El problema que se enfrenta, en general, es cómo datar con mayor precisión estos eventos de corta duración, como los ciclos transgresivo-regresivos que proponen Streel *et al*. (2000), especialmente en regiones como América del Sur donde sólo se cuenta con escasos datos paleontológicos, y a veces de un solo grupo como la palinología y con resoluciones mucho mayores al millón de años (cabe recordar que el último evento de glaciación a nivel global se registró hace tan sólo 20.000 años). Los mismos autores señalaron que durante el evento de regresión del Famenniano tardío denominado *'Hangenberg'*, la extinción masiva en los mares habría sido numéricamente más importante (extinción muy severa de amonites clyménidos y ostrácodos entre otros grupos equivalente a más del 16% a nivel de familias), que en áreas continentales donde el recambio a nivel paleobotánico (plantas y esporas) ocurrió levemente después, en el límite D-C. Según los autores falta demostrar la sincronicidad de este evento a nivel mundial, pero existen pocas secciones con fósiles marinos y palinomorfos para hacerlo. El descenso del nivel del mar en este evento se correlacionaría con el evento glaciomarino del oeste de Gondwana que abarcaría las Zonas *LE?-LN* en Brasil (Melo *et al.,* 1999; Melo y Loboziak, 2003; Fig. texto 4).

Si bien se postula que este enfriamiento no habría cesado en el límite D-C, sino que se habría incrementado durante el Tournaisiano, se registraría un paulatino mejoramiento hacia el Viséano (Isaacson *et al.,* 1999). Por ello, el recambio de la flora habría sido relativamente gradual ayudado por las migraciones favoreciendo la desaparición y aparición de taxones en tanto otros persistieron (rango longevo) en las asociaciones durante este lapso. Iannuzzi y Pfefferkorn (2002) definieron un cinturón climático cálido en Gondwana desarrollado entre los 60° y 30° paleolatitud Sur durante el Viséano tardío, basado en el reconocimiento de una paleoflora similar al que denominaron Reino Paraca. El paulatino mejoramiento climático aunque fluctuante entre períodos glaciales e interglaciales y que habría regido los cambios florísticos y faunísticos durante el Carbonífero, habría estado acompañado por la deriva del continente de Gondwana, cuya rotación horaria permitió que el oeste del continente (América del Sur) se moviera desde posiciones de alta latitud a otras más bajas, al revés de lo que experimentó su parte oriental (*e.g.,* Australia). Estos autores propusieron el desarrollo de ese intervalo cálido en el Viséano tardío y Serpukhoviano.

Una hipótesis de trabajo sería analizar la existencia de otro intervalo templado-cálido en el Viséano temprano especialmente en la Cuenca Tarija, pero todavía son escasos los datos paleontológicos para desarrollarlo. En la asociación 3 las esporas representan en su mayoría a grupos de Pteridophyta y Pteridospermophyta y en forma subordinada a las Lycophyta y Sphenophyta. Sin embargo, la información que brinda este tipo de palinomorfos se vincula con cambios de humedad y no de temperatura.

Con respecto al retrabajo del microplancton, no se puede asegurar que todos los especímenes de acritarcas y prasinofitas hallados en la A3 (los cuales muestran en forma relativa diferencias en

su preservación), sean retrabajados de estratos devónicos. Es claro que cuando se trata de la misma especie conocida exclusivamente (o casi) del Devónico (y/o Silúrico) resulta difícil considerarla como una forma autóctona en el Carbonífero. Esto mismo ocurre con otras especies que aparecen en el más tardío Devónico y luego siguen registrándose en capas del Carbonífero Inferior como se cita más arriba. Entonces cabe preguntarse ¿Cómo discriminar cuando se trata de una especie que persiste en asociaciones de edades más jóvenes de otros casos en los que se interpreta como una forma retrabajada en esas mismas asociaciones (*e.g., Cordylosporites marciae versus Retispora lepidophyta*)?

En este caso el microplancton hallado en la Formación Itacua no podría considerarse autóctono pues se trata de escasos ejemplares de diversas especies en general mal preservados (fragmentados, oscuros, piritizados a diferencia del material autóctono) y se hallan asociados a otras especies de esporas y quitinozoarios de comprobada edad devónica, lo que demuestra que existió un retrabajo de capas devónicas. Por otra parte no se encuentran especies nuevas de acritarcas ni tampoco se puede determinar que una especie sea dominante, lo cual podría sugerir un 'algal bloom' que indicaría una condición autóctona para esa especie. La única excepción podría ser *Veryhachium trispinosum*, reconocida en asociaciones desde el Ordovícico hasta el Terciario (Molyneux *et al.,* 1996), la cual se encuentra en un porcentaje algo más alto que el resto de los acritarcas y con una preservación variable de buena a regular. Como se sabe los acritarcas son indicadores de ambientes marinos en general y por ello, nuevos datos podrían ayudar a dilucidar este dilema.

Desde el punto de vista paleoambiental, Limachi *et al.* (1996) también describieron en la Formación Itacua diamictitas arenosas con intercalaciones de areniscas a conglomerados en varias secciones del Subandino de Bolivia (*e.g.,* Alarache, véanse las figs. texto 1A-C en di Pasquo, 2007) y las interpretaron como producto de resedimentación con bloques deslizados indicando una interrupción en la sedimentación normal asociada con actividad tectónica.

Por otro lado, Díaz Martínez *et al.* (2000) reconocieron el Grupo Ambo en el cinturón Huarina ubicado en la Cordillera Oriental (Bolivia, véanse las figs. texto 1A y D en di Pasquo, 2007), el cual se inicia con la Formación Cumaná, compuesta por diamictitas y areniscas resedimentadas. Correlacionaron esta unidad con la Formación Itacua (presente en la parte central y sur de la región Subandina) y la atribuyeron al Famenniano Tardío-?Tournaisiano temprano. Dado que ambas unidades no superan los 100 a 200 m de espesor las interpretaron como producto de flujos de detritos y deslizamientos de tierras ('mass slides') con evidencias glaciarias (*e.g.,* clastos estriados) depositadas sobre un relieve irregular (paleovalles) posiblemente relacionadas con una actividad sintectónica. Cabe resaltar la incorrecta ubicación temporal de las formaciones Tupambi y Tarija en su esquema de correlación de unidades del Devónico y Carbonífero presentado en dicho trabajo (y otros trabajos previos de este autor), dado que las mismas corresponden al ciclo sedimentario del Carbonífero Superior (véase la fig. texto 1D en di Pasquo, 2007), datado con granos de polen monos2acados que a nivel mundial son indicadores de esta edad (véase di Pasquo, 2002, 2003).

Más recientemente, Díaz Martínez (2004) en un trabajo de síntesis sobre las evidencias de depósitos glaciarios (diamictitas con clastos estriados, facetados, pavimentos, bloques) del Devónico Tardío en América del Sur, concluyó que la sedimentación glaciomarina se habría desarrollado en dos ámbitos tectónicos diferentes. En Perú y Bolivia, en cuencas de antepaís, campos de hielo con glaciares de valle habrían sido favorecidos por la orogenia local la cual habría generado inestabilidad y tasas de sedimentación localmente altas 'como un único evento del Famenniano superior'. En cambio, en Brasil se habrían depositado en cuencas intracratónicas como producto de la formación de casquetes de hielo con lenguas glaciarias que alcanzaron las cuencas interiores 'en varios eventos entre el Frasniano superior al Tournaisiano'. En el perfil de Balapuca también se registran diamictitas arenosas muy consolidadas entre cuyos clastos se observaron pelitas verdes a gris oscuras probablemente recicladas de la sucesión devónica. Se comprueba la falta del Famenniano superior ante la ausencia de *RI* reciclada en la asociación 3 (Formación Itacua), lo cual sugiere un evento de no depositación. Esta especie aparece retrabajada en los depósitos del Carbonífero Superior suprayacentes, apoyando además un cambio en las áreas de aporte entre ambos ciclos de

sedimentación. Debido a que no se llevó a cabo un estudio detallado de las características litológicas de las diamictitas de la Formación Itacua en Balapuca, no es posible por ahora hacer un mayor aporte sólo desde la palinología a la interpretación de su génesis y el paleoambiente que representó, ya que este tipo de rocas se encuentran en distintos ambientes desde continentales (tillitas o depósitos de flujos de detritos en facies fluviales, deltaicas o lacustres) hasta marinos tanto bajo condiciones glaciales como interglaciales.

Para explicar el evento no depositacional del Famenniano ocurrido en esta localidad, puede citarse nuevamente la interpretación glacieustática global para el Devónico Tardío de Streel *et al.* (2000), quienes postularon la existencia de extensos glaciares costeros en cuencas de Bolivia y Brasil durante el más tardío Famenniano. Rápidos cambios climáticos que son característicos del advenimiento de una glaciación habrían comenzado a actuar y una regresión marina significativa a nivel global habría producido importantes cambios en la flora y fauna del límite Devónico-Carbonífero. Así, áreas más costeras o continentales habrían quedado impedidas de desarrollar una cubierta vegetacional tal como podría haber sucedido en esta localidad, generando un hiato no depositacional al menos durante el Struniano ya sea por 'by-pass' sedimentario o por erosión del sustrato. Esta interpretación también es apoyada por el modelo paleoambiental propuesto recientemente por Albariño *et al.* (2002) y Álvarez *et al.* (2003). Estos autores establecieron para esta misma región un modelo de plataforma silicoclástica marina dominada por oleaje entre el Ludlowiano y Frasniano donde la depositación habría sido controlada por variaciones eustáticas con varios eventos de regresiones forzadas indicadas por cuerpos arenosos depositados hacia el centro de cuenca, y preservados de la erosión, que ocurrieron durante el Silúrico Superior? (Pridoliano), Lochkoviano tardío, Pragiano tardío, Emsiano medio a tardío y Givetiano temprano. Por otra parte, atribuyeron la depositación de las rocas pelíticas (generadoras de hidrocarburos) a importantes eventos transgresivos reconocidos durante el Lochkoviano temprano, el Emsiano temprano y durante el Eifeliano. Asimismo, estos autores ubicaron el perfil de Balapuca en una posición marginal de la cuenca donde la gran influencia continental es evidenciada aquí a partir de la abundancia o predominio de los componentes palinológicos de origen continental (véase fig. texto 5 en di Pasquo, 2007), mientras que los sucesivos episodios de erosión se podrían apoyar también a partir de la potencial mezcla de especies, autóctonas y retrabajadas que se observa en todos los niveles devónicos aquí estudiados. Sin embargo, no se ha realizado una separación de especies autóctonas y retrabajadas dentro de las asociaciones del Devónico, pues resulta aún más difícil que la practicada en la asociación 3, debido a la corta diferencia temporal entre las especies involucradas, las que en muchos casos no se habrían extinguido sino sólo que aparecen ejemplares de una misma especie de forma autóctona (coetánea con la sedimentación) como retrabajada (de ciclos anteriores). Por su dificultad han sido tratadas todas como autóctonas (véase también di Pasquo, 2007).

Para analizar el hiato registrado en el techo de la Formación Itacua, es necesario recurrir al análisis palinoestratigráfico del Grupo Macharetí publicado por di Pasquo (2003), quien propuso un esquema bioestratigráfico compuesto por una superzona que incluye cinco biozonas de intervalo, y establece una correlación de las unidades estratigráficas involucradas presentes en varias secciones del norte de la Argentina y sur de Bolivia incluyendo esta misma localidad (véase la fig. texto 1D en di Pasquo, 2007). Las areniscas de la Formación Tupambi, suprayacentes en aparente discordancia al último banco de la Formación Los Monos (correspondiente al BAFC-Pl 1273, véase la fig. texto 1E en di Pasquo, 2007), no brindaron palinomorfos y sobre ellas se dispone un banco de pelitas negras (gris-verdosas superficialmente) que corresponde a la Formación Itacuamí, el cual aportó una asociación de palinomorfos referida por di Pasquo (2003, BAFC-Pl 1267, 1471, 1473, 1474, 1265/1266, 1289) a la Biozona *radiosa-spinulistratus* (véase la fig. texto 1.D en di Pasquo, 2007), donde además de los citados taxones clave se reconocen granos de polen monosaccado que permiten asegurar una antigüedad carbonífera tardía. Apoyando la interpretación de retrabajo de palinomorfos (y sedimentitas) arriba expresada debe citarse la presencia de numerosas especies retrabajadas del Devónico y Carbonífero temprano en esta unidad y en el resto de la sucesión del Carbonífero Superior suprayacente, tanto en este mismo perfil como en otras secciones de afloramiento y subsuelo de la región, tema ampliamente

desarrollado por di Pasquo y Azcuy (1997) y di Pasquo (2003). Por otra parte, la ausencia de *Cordylosporites magnidictyus* como parte del conjunto retrabajado presente en las capas del Carbonífero Superior en este perfil, apoyaría la no depositación del Viséano tardío en esta región. Por lo tanto, ese nuevo hiato registrado aquí entre la asociación 3 y la Biozona *RS,* posiblemente se debiera también a un nuevo cambio paleoclimático relacionado con un enfriamiento de la parte sur de la cuenca durante el Carbonífero Temprano tardío (*e.g.,* Veevers y Powell, 1987; Schulz *et al.,* 1999; Isbell *et al.,* 2003), el cual habría favorecido un lapso de no depositación en esta localidad hasta que un mejoramiento climático, ya en el inicio del Carbonífero Tardío, permitiera la reactivación de la depositación, la cual continuaría por lo menos hasta el final de este tiempo.

CONCLUSIONES

La asociación 1 hallada en la Formación Los Monos, es atribuida al Eifeliano tardío basado principalmente en la ausencia de *Geminospora lemurata* en tanto la asociación 2 (ambas caracterizadas en di Pasquo, 2007), es atribuida al lapso Givetiano temprano tardío-base del Frasniano debido a la presencia de formas guía como *Geminospora lemurata* y *Samarisporites triangulatus.* El límite Eifeliano-Givetiano podría ubicarse en algún punto de la sección no muestreada entre el nivel BAFC-Pl 1270 y el anterior BAFC-Pl 1284. Desde el punto de vista paleoambiental, en ambas asociaciones se registra un predominio de formas continentales y escasos elementos marinos que apoyan interpretaciones previas de un ambiente marino marginal para esta localidad.

Las especies nuevas halladas en la asociación 2 pueden revestir importancia estratigráfica en estudios posteriores. Se destaca en particular que la distribución estratigráfica de *Leiotriletes balapucensis* di Pasquo 2007, se amplía a la región de la Precordillera Sanjuanina para el mismo tiempo.

La asociación 3 hallada en los depósitos diamictíticos de la Formación Itacua, en contacto discordante sobre el banco que contiene el último nivel fértil de la asociación 2 en el techo de la Formación Los Monos, es asignada al Viséano temprano. Esto, principalmente por su estrecha comparación con la Biozona *Endoculeospora* (*Anapiculatisporites*) *larga* del Viséano temprano en Australia, aunque también comparte varias especies con microfloras coetáneas presentes en la Precordillera Argentina y en Euramérica. Se destaca que es el primer trabajo donde se ilustra una asociación de esta antigüedad que sirve de base para futuros estudios palinológicos en la parte sur de la Cuenca Tarija (norte de Argentina y sur de Bolivia).

Teniendo en cuenta la edad de las unidades basada en los datos palinológicos presentados, en esta localidad se reconocen dos hiatos, en la base y el techo de la Formación Itacua.

El retrabajo de palinomorfos tanto del Devónico *s.l.* como del Tournaisiano registrado en la asociación 3, así como en otras unidades del Viséano en América del Sur, apoya la existencia de dos momentos de sedimentación no preservados litológicamente en esta localidad, uno durante el Frasniano y otro posiblemente durante el Tournaisiano, los cuales habrían sido expuestos a la erosión durante el Viséano. Por ello, el primer hiato se caracteriza por ser en parte erosivo (Frasniano y Tournaisiano por lo menos), y en parte no depositacional durante el Famenniano (?), aunque con mayor certeza en el Famenniano tardío ('Struniano'), debido a la ausencia de especies como *Retispora lepidophyta* que indicarían depósitos de esa edad.

El otro hiato corresponde al lapso post Itacua y pre Tupambi, incluye el Viséano tardío y el Serpukhoviano y se puede interpretar en parte como no depositacional. Queda por estudiar si también pudo existir algún período de depositación a partir del análisis del retrabajo de palinomorfos registrado en las unidades suprayacentes (Grupos Macharetí y Mandiyutí). La reactivación de la sedimentación a partir del Carbonífero Tardío temprano en esta localidad habría sido la principal causa de esta discordancia y de la erosión de gran parte de la Formación Itacua.

Como se ha expresado más arriba los resultados palinológicos permiten sustentar los hiatos (o discordancias) de la base y el techo de la Formación Itacua tanto desde un origen tectónico como glacieustático.

Se reafirma el valor del reconocimiento de palinomorfos retrabajados a nivel específico pues ayudan en la identificación de discordancias a veces no muy evidentes en el campo y en la caracterización del hiato generado (*e.g.,* erosivos o no depositacionales), y en su duración, aunque se sugiere no extrapolar esta información a otras partes de la cuenca sino que debe ser analizada de manera local para después lograr una integración de toda esa información a nivel regional.

Finalmente, se destaca la necesidad de diferenciar la naturaleza retrabajada de ciertos palinomorfos en una determinada asociación, de manera que no se prolongue erróneamente la extensión estratigráfica de especies que pueden ser consideradas importantes 'markers' bioestratigráficos.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece la asistencia estratigráfica en el campo al Lic. E. Gallardo (Universidad Nacional de Salta, Argentina) en la campaña de 1998 y al Lic. L. Albariño (ex Pluspetrol S.A.) y al Dr. J. Oller (Pluspetrol S.A.) en la de 2000. A los Dres. C. Azcuy (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Buenos Aires, Argentina) y H. Carrizo (Instituto Miguel Lillo, Tucumán, Argentina), por formar parte del equipo en dichas campañas, las cuales se realizaron en el primer caso en el marco de mi Tesis Doctoral y en el otro caso, permitió la realización de este trabajo en el marco de una Beca Postdoctoral (CONICET). A mi hermana Paula, por su generosa ayuda para concretar esta contribución en un momento especial de mi vida. Al Lic. G. Holfeltz, técnico a cargo del Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica (F.C.E.N., UBA), por el procesamiento palinológico de las muestras. Finalmente, un agradecimiento especial a los árbitros Dres. C. Rubinstein, J.A. Salfity y T. Sempere, por sus positivas apreciaciones sobre el manuscrito y sus comentarios a partir de los cuales he podido mejorarlo. Este trabajo ha sido financiado con fondos de los Proyectos UBACYT X 136, PICT R 00313/03 AGENCIA y PIP 5518 CONICET.

REFERENCIAS

Albariño, L.; Dalenz Farjat, A.; Álvarez, L.; Hernández, R.; Pérez Leyton, M. 2002. Las Secuencias Sedimentarias del Devónico en el Subandino Sur y el Chaco. Bolivia y Argentina. *In* Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, No. 5, CD Trabajos Técnicos. Mar del Plata.

Álvarez, L.A.; Dalenz Farjat, A.; Hernández, R.M.; 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. 2006. Significado estratigráfico de palinomorfos retrabajados en la Formación Malimán (Viséano) en la Sierra del Volcán, Provincia de San Juan, Argentina. Resultados preliminares. Revista Brasileira de Paleontología 9 (1): 21-32.

Amenábar, C.R.; di Pasquo, M.M.; Carrizo, H.; Azcuy, C.L. 2006. 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 43 (2): 339-375.

Amenábar, C.R.; di Pasquo, M.; Carrizo, H.; Azcuy, C. L. En prensa. Palynology of the Chigua and Malimán Formations in the Sierra del Volcán, San Juan province, Argentina. Part 2. Cavate and pseudosaccate spores. Ameghiniana.

Avchimovitch, V.I.; Byvscheva, T.V.; Higgs, K.; Streel, M.; Umnova, V.T. 1988. Miospore systematics and stratigraphic correlation of Devonian-Carboniferous Boundary deposits in the European part of the USSR and western Europe. Courier Forschungs-Institut Senckenberg 100: 169-191.

Avchimovitch, V.I.; Tchibrikova, E.V.; Obukhovskaya, T.G.; Nazarenko, A.M.; Umnova, V.T.; Raskatova,

L.G.; Mantsurova, V.N.; Loboziak, S.; Streel, M. 1993. Middle and Upper Devonian miospore zonation of Eastern Europe. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 17: 79-147.

Azcuy, C.L. 1975. Miosporas del Namuriano y Westfaliano de la comarca Malanzán-Loma Larga, Provincia de la Rioja, Argentina. 1: Localización geográfica y geológica de la comarca y descripciones sistemáticas. Ameghiniana 12: 1-69.

Azcuy, C.L.; di Pasquo, M.M. 2005. Early Carboniferous palynoflora of the Ambo Formation, Pongo de Mainique, Perú. Review of Palaeobotany and Palynology 134 (3-4): 153-184.

Azcuy, C.L.; di Pasquo, M.M. 2006. Additional systematic information on the Early Carboniferous palynomorphs from the Ambo Formation, Pongo de Mainique, Perú. Revista Brasileira de Paleontología 9 (1): 41-52.

Azcuy, C.L.; Ottone, G. 1987. Datos palinológicos de la Formación Retama en la Encañada de Beu, Río Alto Beni (Bolivia). *In* Congreso Latinoamericano de Paleontología, No. 4, Memorias 1: 235-249. Santa Cruz de la Sierra.

Braman, D.R.; Hills, L.V. 1977. Palynology and Paleoecology of the Mattson Formation, Northwest Canada. Bulletin of Canadian Petroleum Geology 25: 582-630.

Braman, D.R.; Hills, L.V. 1992. Upper Devonian and Lower Carboniferous miospores, western District of Mackenzie and Yukon Territory, Canada. Palaeontographica Canadiana 8: 1-97.

Burjack, M.I.A.; Loboziak, S.; Streel, M. 1987. Quelques données nouvelles sur les miospores dévoniennes du bassin du Paraná (Brésil). Bulletin of Sciences Géologiques 40: 381-391.

Butterworth, M.A.; Williams, R.W. 1958. The small spore floras of coals in the Limestone Coal Group and Upper Limestone Group of the Lower Carboniferous of Scotland. Transaction Royal Society of Edinburgh 63: 352-392.

Césari, S.N.; Gutiérrez, P.R. 2001. Palynostratigraphy of Upper Paleozoic sequences in central-western Argentina. Palynology 24: 113-146.

Clayton, G. 1996. Mississippian miospores. *In* Palynology: principles and applications (Jansonius, J.; McGregor, D.C.; editors). American Association Stratigraphic Palynologists Foundation 2 (18C): 589-596. Utah.

Coleman, U.; Clayton, G. 1987. Palynostratigraphy and palynofacies of the uppermost Devonian and Lower Mississippian of eastern Kentucky (U.S.A.) and correlation with Western Europe. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 98: 75-93.

Daemon, R.F. 1974. Palinomorfos-guias do Devoniano Superior e Carbonífero Inferior das bacias do Amazonas e Parnaíba. Anales de la Academia Brasileira de Ciências 46: 549-587.

Davydov, V.; Wardlaw, B.R.; Gradstein, F.M. 2004. The Carboniferous Period. *In* A Geologic Time Scale (Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Smith, A.G.; editores). Cambridge University Press 15: 222-248.

Dettmann, M. 1963. Upper microfloras from south-eastern Australia. Proceedings of the Royal Society of Victoria 77: 1-148.

Deunff, J. 1971. Le genre *Polyedryxium* Deunff. Révision et observations. Microfossiles organiques du Paleozoique. 3 Achritarches. Commission Internationale de Microflore du Paleozoique, Centre National de la Recherche Scientifique: 7-49. Paris.

Díaz Martínez, E. 2004. La glaciación del Devónico Superior en Sudamérica: estado del conocimiento y perspectivas. *In* Congreso Peruano de Geología, No. 12, Resúmenes Extendidos. Sociedad Geológica del Perú, Publicación Especial 6: 440-443. Lima.

Díaz Martínez, E.; Vavrdová, M.; Bek, J.; Isaacson, P.E. 1999. Late Devonian (Famennian) glaciation in western Gondwana: evidence from the Central Andes. Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 54: 213-237.

Díaz Martínez, E.; Sempere, T.; Isaacson, P.E.; Grader, G.W. 2000. Paleozoic of western Gondwana active margin (Bolivian Andes). Pre-Congress Field Trip. *In* International Geological Congress, No. 31, Field Trip Bft 27: 31 p. Rio de Janeiro, Brazil.

Dino, R. 1999. Palynostratigraphy of the Silurian and Devonian sequence of the Paraná Basin, Brazil. *In* Ordovician-Devonian Palynostratigraphy in Western Gondwana: Update, Problems and Perspectives (Rodrigues, M.A.C.; Pereira, E.; editores). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Facultad de Geología: 27-61. Río de Janeiro.

Dino, R.; Playford, G. 2002. Miospores common to South American and Australian Carboniferous sequences: stratigraphic and phytogeographic implications. *In* Carboniferous and Permian of the World (Hills, L.V.; Henderson, C.M.; Bamber, E.W.; editores). Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir 19: 336-359.

di Pasquo, M.M. 1999. Palinología, bioestratigrafía y correlación de las asociaciones presentes en los Grupos Macharetí y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, Provincia de Salta, Argentina. Ph.D. Thesis (Inédito), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires: 480 p.

di Pasquo, M. 2002. The *Crassispora kosankei-Cystoptychus azcuyi* Palynozone from the Upper Carboniferous Tupambi Formation, Tarija basin, northern Argentine. 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 Macharetí y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina. Ameghiniana 40 (1): 3-32.

di Pasquo, M.M. 2005. Resultados palinológicos preliminares de estratos del Devónico y Carbonífero en el perfil de Balapuca, sur de Bolivia. *In* Congreso Geológico Argentino, No. 16, Actas 4: 293-298. La Plata.

di Pasquo, M.M. 2007. Asociaciones palinológicas en las formaciones Los Monos (Devónico) e Itacua (Carbonífero Inferior) en Balapuca (Cuenca Tarija), sur de Bolivia. Parte 1. Geología, estratigrafía y asociaciones de la Formación Los Monos. Revista Geológica de Chile 34 (1): 97-137.

di Pasquo, M.M.; Azcuy, C.L. 1997. Palinomorfos retrabajados en el Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija (Argentina): su aplicación a la datación de eventos diastróficos. Revista Universidade Guarulhos, Série Geociências (No. especial) 2: 28-42.

Dueñas, H.; Césari, S. 2006. Palynological evidence of Early Carboniferous sedimentation in the Llanos Orientales, Basin, Colombia. Review of Palaeobotany and Palynology 138: 31-42.

Dybová, S.; Jachowicz, A. 1957. Microspores of the Upper Silesian coal Measures. Instituta Geologicheskikh Prece 23: 1-328.

Fasolo, Z.; Vergel., M.M.; Oller, J.; Azcuy, C. 2006. Nuevos datos palinológicos de la Formación Kaka (Viséano-Serpukhoviano) en la Encañada de Beu, Subandino Norte de Bolivia. Revista Brasileira de Paleontología 9 (1): 53-62.

Ghavidel-Syooki, M. 2003. Palynostratigraphy of Devonian sediments in the Zagros Basin, southern Iran. Review of Palaeobotany and Palynology 127: 241-268.

Hacquebard, P.A. 1957. Plant spores in coal from the Horton Group (Mississippian) of Nova Scotia. Micropaleontology 3: 301-324.

Higgs, K.T. 1975. Upper Devonian and Lower Carboniferous miospore assemblages from Hook Head, County Wexford, Ireland. Micropaleontology 21: 393-419.

Higgs, K.T. 1996. Taxonomic and systematic study of some Tournaisian (Hastarian) spores from Belgium. Review of Palaeobotany and Palynology 93: 269-297.

Higgs, K.T.; Clayton, G.; Keegan, J.B. 1988. Stratigraphy and systematic palynology of the Tournaisian rocks of Ireland. Geological Survey of Ireland, Special Paper 7: 1-93.

Hoffmeister, W.S.; Staplin, F.L.; Malloy, R.E. 1955. Mississippian plant spores from Hardinsburg Formation of Illinois and Kentucky. Journal of Paleontology 29: 372-399.

Hughes, N.F.; Playford, G. 1961. Palynological reconnaissance of the Lower Carboniferous of Spitsbergen. Micropaleontology 7: 27-44.

House, M.R.; Gradstein, F.M. 2004. The Devonian Period. *In* A Geologic Time Scale (Gradstein, F.M.; Ogg, J.G.; Smith, A.G.; editores). Cambridge University Press 14: 202-221.

Iannuzzi, R.; Pfefferkorn, H.W. 2002. A pre-glacial warm-temperate floral belt in Gondwana (late Vise*an,* Early Carboniferous). Palaios 17: 571-590.

Ibrahim, A.C. 1933. *Sporonfermen des Ägirhorizontes des Ruhr-Reviers*. Konrad Triltsch, Würzburg. Ph.D. Dissertation (Inédito), University of Berlin: 47 p. Berlin.

Isaacson, P.E.; Hladil, J.; Shen, J.W.; Kalvoda, J.; Grader, G. 1999. Late Devonian Famennian Glaciation in South America and Marine Offlap on other Continents. *In* North Gondwana: Mid-Paleozoic Terranes, Stratigraphy and Biota (Feist, R.; Talent, J.A.; Daurer, A.; editores). Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 54: 239-257.

Isbell, J.L.; Miller, M.F.; Wolfe, K.L.; Lenaker, P.A. 2003. Timing of late Paleozoic glaciation in Gondwana: was glaciation responsible for the development of northern hemisphere cyclothems? *In* Extreme depositional environments: Mega end members in geologic time (Chan, M.A.; Archer, A.W.; editores). Geological Society of America, Special Paper 370:1-20.

Ishchenko, A.M. 1956. Spores and pollen of the Lower Carboniferous sediments of the western extension of the Donetz Basin and their stratigraphic importance. Trudy Instituta Geologicheskikh Nauk, Kiev, Stratigraphic and Palaeontologic Serie, Contibution 11: 1-185 [in Russian].

Jäger, H. 2002. Palynology of the Lower Carboniferous (Mississippian) Kammquartzite Formation in the Rhenohercynian Zone, Germany. Senckenbergiana lethaea 82 (2): 609-637.

Kimyai, A. 1983. Palaeozoic microphytoplankton from South America. Revista Española de Micropaleontología 15 (3): 415-426.

Le Hérissé, A.; Rubinstein, C.; Steemans, P. 1997. Lower Devonian Palynomorphs from the Talacasto Formation, Cerro del Fuerte Section, San Juan Precordillera, Argentina. *In* Acritarcha in Praha (Fatka, O.; Servais, T.; editores). Acta Universitatis Carolinae Geologica 40: 497-515.

Le Hérissé, A.; Servais, T.; Wicander, R. 2000. Devonian acritarchs and related forms. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 220: 195-205.

Limachi, R.; Goitia, V.H.; Sarmiento, D.; Arispe, O.; Montecinos, R.; Diaz Martínez, E.; Dalenz Farjat, A.; Liachenco, N.; Pérez Leyton, M.; Aguilera, E. 1996. Estratigrafía, Geoquímica, Correlaciones, Ambientes Sedimentarios y Bioestratigrafía del Silúrico-Devónico de Bolivia. *In* Congreso Geológico de Bolivia, No. 12, Memorias: 183-197. Tarija.

Lobo Boneta, J. 1975. Sobre algunos palinomorfos del Devónico Superior y Carbónico Inferior de la zona subandina sur de Bolivia. Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (Anales de la IV Convención Nacional de Geología, tomo 1) 4 (3): 159-176.

Loboziak, S.; Melo, J.H.G. 2000. Miospore events from late Early to Late Devonian strata of Western Gondwana. Geobios 33: 399-407.

Loboziak, S.; Melo, J.H.G. 2002. Devonian miospore successions of Western Gondwana: update and correlation with Southern Euroamerican miospore zones. Review of Palaeobotany and Palynology 121: 133-148.

Loboziak, S.; Streel, M. 1981. Miospores in middle-upper Frasnian to Famennian sediments partly dated by conodonts (Boulonnais), France. Review of Palaeobotany and Palynology 34: 49-66.

Loboziak, S.; Streel, M. 1989. Middle-Upper Devonian miospores from the Ghadamis Basin (Tunisia-Libya): systematics and stratigraphy. Review of Palaeobotany and Palynology 58: 173-196.

Loboziak, S.; Streel, M. 1995. West Gondwanian aspects of the Middle and Upper Devonian miospore zonation in North Africa and Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology 86: 147-155.

Loboziak, S.; Streel, M.; Burjack, M.I.A. 1988. Miospores du Dévonien moyen et supérieur du Bassin du Paraná, Brésil: systématique et stratigraphie. Bulletin des Sciences Géologiques 41: 351-377.

Loboziak, S.; Streel, M.; Caputo, M.V.; 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.

Loboziak, S.; Streel, M.; Caputo, M.V.; Melo, J.H.G. 1992. Middle Devonian to Lower Carboniferous miospore stratigraphy in the central Parnaiba Basin (Brazil). Annales de la Société Géologique de Belgique 115: 215-226.

Loboziak, S.; Melo, J.H.G.; Matsuda, N.S.; Quadros, L.P. 1997a. Miospore biostratigraphy of the type Barreirinha Formation (Curuá Group, Upper Devonian) in the Tapajós River area, Amazon Basin, North Brazil. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 21: 187-205.

Loboziak, S.; Melo, J.H.G.; Quadros, L.P.; Streel, M. 1997b. Palynological evaluation of the Famennian *Protosalvinia (Foerstia)* Zone in the Amazon Basin, Northern Brazil: a preliminary study. Review of Palaeobotany and Palynology 96: 31-45.

Loboziak, S.; Melo, J.H.G.; Streel, M. 1998. Reassessment of Viséan miospore biostratigraphy in the Amazon Basin, northern Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology 104: 143-155.

Loboziak, S.; Melo, J.H.G.; Streel, M. 2000. Latest Devonian and Early Carboniferous palynostratigraphy of Northern Brazil and North Africa -a proposed integration of western European and Gondwanan miospore biozonations. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 22: 241-259.

Martel, T.; McGregor, D.C.; Utting, J. 1993. Stratigraphic significance of Upper Devonian and Lower Carboniferous miospores from the type area of the Horton Group, Nova Scotia. Canandian Journal of Earth Sciences 30: 1091-1098.

Massa, D.; Coquel, R.; Loboziak, S.; Taugourdeau-Lantz, J. 1980. Essai de synthèse stratigraphique et palynologique du Carbonifère en Libye Occidentale. Annales de la Societé Géologique du Nord 99: 429-442.

McGregor, D.C. 1973. Lower and Middle Devonian spores of eastern Gaspé, Canada. I. Systematics. Palaeöntographica, Abteilung B 142 (1-3): 1-77.

McGregor, D.C. 1979. Devonian miospores of North America. Palynology 3: 31-52.

McGregor, D.C. 1996. Spores of the Escuminac Formation. *In* Devonian fishes and plants of Miguasha, Quebec, Canada (Schultze, H.P.; Cloutier, R.; editores). Verlag Dr. Friedrich Pfeil: 91-102. München, Alemania.

McGregor, D.C.; Camfield, M. 1976. Upper Silurian? To Middle Devonian spores of the Moose river basin, Ontario. Geological Survey of Canada, Bulletin 263: 1-63.

McGregor, D.C.; Camfield, M. 1982. Middle Devonian miospores from the Cape de Bray, Weatherall, and Hecla Bay Formations of northeastern Melville Island, Canadian Arctic. Geological Survey of Canada, Bulletin 348: 1-105.

McLean, D.; Owens, B.; Neves, R. 2005. Carboniferous miospore biostratigraphy of the North Sea. *In* Carboniferous hydrocarbon geology: the southern North Sea and surrounding onshore areas (Collinson, J.D.; Evans, D.J.; Holliday, D.W.; Jones, N.S.; editores). Yorkshire Geological Society 7: 13-24.

Melo, J.H.G. 2005. Selected Devonian palynological biohorizons in Brazilian Paleozoic basins: state-of-the-art. *In* Gondwana, No. 12, Abstracts. Mendoza. Academia Nacional de Ciencias: 249. Córdoba.

Melo, J.H.G.; Loboziak, S. 2000. Viséan miospore biostratigraphy and correlation of the Poti Formation (Parnaíba Basin, northern Brazil). Review of Palaeobotany and Palynology 112: 147-165.

Melo, J.H.G.; Loboziak, S. 2003. Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern Brazil. Review of Palaeobotany and Palynology 124: 131-202.

Melo, J.H.G.; Loboziak, S.; Streel, M. 1999. Latest Devonian to early Late Carboniferous biostratigraphy of northern Brazil: an update. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 22: 13-33.

Molyneux, S.G.; Le Hérissé, A.; Wicander, R. 1996. Paleozoic phytoplankton. *In* Palynology: Principles and Applications (Jansonius, J.; McGregor, D.C.; editores). American Association Stratigraphic Palynologists Foundation 2: 493-529.

Moreau-Benoit, A. 1979. Les spores du Dévonien de Libye, 1ère. partie. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Cahiers de Micropaléontologie 4: 3-58.

Moreau-Benoit, A. 1980. Les spores du Dévonien de Libye, 2ème. partie. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris, Cahiers de Micropaléontologie 1: 3-53.

Moreau-Benoit, A. 1989. Les spores du Dévonien moyen et supérieur de Libye occidentale: compléments, systématique, répartition stratigraphique. Centre

National de la Recherche Scientifique, Paris. Cahiers de Micropaléontologie 4 (1): 5-32.

Naumova, S.N. 1953. Spore-pollen complexes of the Upper Devonian of the Russian Platform and their stratigraphic significance. Transactions of the Institute of Geological Sciences, Academy of Science, SSSR, 143, Geological Serie 60: 1-200. [in Russian].

Neves, R.; Ioannides, N. 1974. Palynology of the Lower Carboniferous (Dinantian) of the Spilmersford Borehole, East Lothian, Scotland. Bulletin of the Geological Survey of Great Britain 45: 73-97.

Neves, R.; Owens, B. 1966. Some Namurian camerate miospores from the English Pennines. Pollen et Spores 8: 337-360.

Neves, R.; Gueinn, K.J.; Clayton, G.; Ioannides, N.; Neville, R.S.; Kruszewska, K. 1973. Palynological correlations within the Lower Carboniferous of Scotland and northern England. Transactions of the Botanical Society of Edinburgh 69: 23-70.

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

Ottone, E.G.; Rossello, E.A. 1996. Palinomorfos devónicos de la Formación Tequeje, Angosto del Beu, Bolivia. Ameghiniana 33 (4): 443-452.

Paris, F.; Richardson, J.B.; Riegel, W.; Streel, M.; Vanguestaine, M. 1985. Devonian (Emsian-Famennian) palynomorphs. Journal of Micropaleontology 4 (1): 49-82.

Pérez Leyton, M. 1990. Palynomorphes du Devonien Moyen et Superieur de la Coupe de Bermejo-La Angostura (Sud-Est de la Bolivie). Master Dissertation (Inédito), Faculté des Sciences, Université de Liège: 156 p. Belgium.

Pérez Leyton, M. 1991. Miospores du Devonien Moyen et Superior de la coupe de Bermejo-La Angostura (Sud-Est de la Bolivie). Annales de la Société Géologique de Belgique 113 (2): 373-389.

Phillips, W.E.A.; Clayton, G. 1980. The Dinantian clastic succession of Clare Island, County Mayo. Journal of Earth Sciences Royal Dublin Society 2: 115-135.

Playford, G. 1962. Lower Carboniferous microfloras of Spitsbergen. Part one. Palaeontology 5: 550-618.

Playford, G. 1964. Miospores from the Mississippian Horton Group, Eastern Canada. Geological Survey of Canada, Bulletin 107: 1-69.

Playford, G. 1971. Lower Carboniferous spores from the Bonaparte Gulf Basin, Western Australia and Northern Territory. Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysic of Australia, Bulletin 115: 1-105.

Playford, G. 1976. Plant Microfossils from the Upper Devonian and Lower Carboniferous of the Canning Basin, Western Australia. Palaeöntographica, Abteilung B 158: 1-71.

Playford, G. 1978. Lower Carboniferous spores from the Ducabrook Formation, Drummond Basin, Queensland. Palaeöntographica, Abteilung B 167: 105-160.

Playford, G. 1985. Palynology of the Australian Lower Carboniferous: a review. *In* International Congress on Stratigraphy and Geology of Carboniferous, No. 10, Comptes Rendus 4: 247-265. Madrid.

Playford, G. 1991. Australian Lower Carboniferous miospores relevant to extra-Gondwanic correlations: and evaluation. Courier Forschungs-Institut Senckenberg 130: 85-125.

Playford, G. 1993. Miospores and organic walled microphytoplankton characteristic of strata contiguous with the Devonian-Carboniferous boundary. *In* Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien, No. 12, Comptes Rendus 1: 127-160. Buenos Aires.

Playford, G.; McGregor, D.C. 1993. Miospores and organic-walled microphytoplankton of Devonian-Carboniferous boundary beds (Bakken Formation), Southern Saskatchewan: a systematic and stratigraphic appraisal. Geological Survey of Canada, Bulletin 445: 1-107.

Playford, G.; Satterthwait, B. 1985. Lower Carboniferous (Viséan) of the Bonaparte Gulf Basin, northwestern Australia. Part one. Palaeöntographica, Abteilung B 195: 129-152.

Playford, G.; Satterthwait, B. 1986. Lower Carboniferous (Viséan) of the Bonaparte Gulf Basin, northwestern Australia. Part two. Palaeöntographica, Abteilung B 200:1-32.

Playford, G.; Satterthwait, B. 1988. Lower Carboniferous (Viséan) spores of the Bonaparte Gulf Basin, Northwestern Australia: Part three. Palaeöntographica, Abteilung B 208: 1-26.

Potonié, R. 1956. Synopsis der Gattungen der Sporae Dispersae. I vol. Beihefte zum geologischen Jahrbuch 23: 1-103.

Potonié, R. 1970. Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae. V. Teil: Nachtrage zu allen Gruppen (Turmae). Beihefte zum geologischen Jahrbuch 87: 1-222.

Potonié, R.; Kremp, G.O. 1956. Die Sporae dispersae des Ruhrkarbons, ihre Morphographie and Stratigraphie mit Ausblicken auf Arten anderer Gebiete und Zeitabschnitte, 2. Palaeöntographica, Abteilung B 99: 85-191.

Quadros, L.P. 1999. Silurian-Devonian acritarch assemblages from Paraná Basin: an update and correlation with northern Brazilian basins. *In* Ordovician-Devonian Palynostratigraphy in Western Gondwana: Update, Problems and Perspectives (Rodrigues, M.A.C.; Pereira, E.; editores). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Facultad de Geología: 105-145. Río de Janeiro.

Richardson, J.B. 1965. Middle Old Red Sandstone spore assemblages from the Orcadian Basin north-east Scotland. Palaeontology 7 (4): 559-605.

Richardson, J.B.; McGregor, D.C. 1986. Silurian and Devonian spore zones of the Old Red Sandstone continent and adjacent regions. Geological Survey of

Canada, Bulletin 364: 1-79.

Rodrigues, R.; Loboziak, S.; Melo, J.H.G.; Alves, D.B. 1995. Geochemical characterization and miospore biochronostratigraphy of the Frasnian anoxic event in the Parnaíba Basin, northeast Brazil. Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine 19: 319-327.

Rubinstein, C.V. 1999. Primer registro palinológico de la Formación Punta Negra (Devónico Medio-Superior), de la Precordillera de San Juan, Argentina. *In* Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, No. 10. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial 6: 13-18. Buenos Aires.

Schopf, J.M.; Wilson, L.R.; Bentall, R. 1944. An annotated synopsis of Palaeozoic fossil spores and the definition of generic groups. Illinois State Geological Survey, Report Investigation 91: 1-66.

Schulz, A.; Santiago, M.; Hernández, R.; Galli, C.; Álvarez, L.; del Papa, C. 1999. Modelo estratigráfico del Carbonífero en el sector sur de la cuenca de Tarija. *In* Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, No. 4, Actas 2: 695-711. Mar del Plata.

Smith, A.H.V. 1971. Microfossiles organiques du Paleozoique. 4. Les spores. 2. Le genre *Verrucosisporites* par A.H.V. Smith. Commission Internationale de Microflore du Paleozoique, Centre National de la Recherche Scientifique: 35-87. Paris.

Smith, A.H.V.; Butterworth, M.A. 1967. Miospores in the coal sems of the Carboniferous of Great Britain. The Palaeontological Association, Special Paper in Palaeontology 1: 1-324.

Staplin, F.L. 1960. Upper Mississippian plant spores from the Golata Formation, Alberta, Canada. Palaeöntographica, Abteilung B 107: 1-40.

Streel, M. 1967. Associations de spores du Dévonien inférieur belge et leur signification stratigraphique. Annales de la Sociètè Géologique de Belgique 90 (1): 11-54.

Streel, M.; Caputo, M.V.; Loboziak, S.; Melo, J.H.G. 2000. Late Frasnian-Famennian climates based on palynomorph analysis and the question of the Late Devonian glaciations. Earth-Sciences Reviews 52: 121-173.

Suárez Soruco, R.; Lobo Boneta, J. 1983. La fase compresiva Eohercínica en el sector oriental de la Cuenca Cordillerana de Bolivia. Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos 9: 189-202.

Sullivan, H.J. 1968. A Tournaisian spore flora from the Cementstone Group of Ayreshire, Scotland. *Palaeontology* **11**: 116-131.

Turnau, E. 1975. Microflora of the Famennian and Tournaisian deposits from boreholes of northern Poland. Acta Geologica Polonica 25: 505-528.

Turnau, E. 1978. Spore zonation of Uppermost Devonian and Lower Carboniferous deposits of western Pomerania. Mededelingen rijks geologische dienst 30: 1-35.

Turnau, E. 1986. Miospore stratigraphy of Middle Devonian deposits from western Pomerania. Review of Palaeobotany and Palynology 93: 107-125.

Turnau, E. 1996. Miospore stratigraphy of Middle Devonian deposits from Western Pomerania. Review of Palaeobotany and Palynology 93: 107-125.

Turnau, E.; Racki, G. 1999. Givetian palynostratigraphy and palynofacies: new data from the Bodzentyn Syncline (Holy Cross Mountains, central Poland). Review of Palaeobotany and Palynology 106: 237-271.

Utting, J. 1987. Palynology of the Lower Carboniferous Windsor Group and Windsor-Canso boundary beds of Nova Scotia, and their equivalents in Quebec, New Brunswick and Newfoundland. Geological Survey of Canada, Bulletin 374: 1-93.

Utting, J.; Giles, P.S. 2004. Biostratigraphical implications of new palynological data from the Mississippian of Newfoundland and Nova Scotia, Canada. Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists 29: 115-160.

Utting, J.; Wielens, H. 1992. Organic petrology, thermal maturity, geology, and petroleum source rock potential of Lower Permian coal, Karoo Supersystem, Zambia. Energy Sources 14: 337-354.

Vavrdová, M.; Isaacson, P.E. 1999. Late Famennian phytogeographyc provincialism: Evidence for a limited separation of Gondwana and Laurentia. Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt 54: 453-463.

Vavrdová, M.; Bek, J.; Dufka, P.; Isaacson, P.E. 1996. Palynology of the Devonian (Lochkovian to Tournaisian) sequence, Madre de Dios Basin, northern Bolivia. Vestnik Ceskeho geologickeho ustavu 71(4): 333-349.

Vavrdová, M.; Isaacson, P.E.; Díaz, E.; Bek, J. 1993. Devonian-Carboniferous boundary at Lake Titikaka, Bolivia: preliminary palynological results. *In* Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien, No.12, Comptes Rendus 1: 187-200. Buenos Aires.

Veevers, J.J.; Powell, C.McA. 1987. Late Paleozoic glacial episodes in Gondwanaland reflected in transgressive-regressive depositional sequences in Euroamerica. Bulletin of Geological Society of America 98: 475-487.

Winslow, M.R. 1962. Plant spores and other microfossils from the Upper Devonian and Lower Mississippian rocks of Ohio. United States Geological Survey, Professional Paper 364: 1-93.

Young, G.C. 1996. Devonian. *In* An Australian Phanerozoic Timescale (Young, G.C.; Laurie, J.R.; editors). Oxford University Press 4: 96-109. Melbourne.

Manuscrito recibido: Noviembre 28, 2005; aceptado: Diciembre 20, 2006.

LÁMINAS 1-7

LÁMINA 1

Especies autóctonas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: 20 µm.

Figuras

A, I	*Calamospora microrugosa* (Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall. A. BAFC-Pl 1468-1 Q22. I. BAFC-Pl 1469-1 X56.
B	*Leiotriletes trivialis* Naumova. BAFC-Pl 1468-1 T33/2.
C, D	*Punctatisporites springsurensis* Playford. C. BAFC-Pl 1468-3 X23. D. BAFC-Pl 1468-1 W48/1.
E	*Apiculiretusispora semisenta* (Playford) Massa, Coquel, Loboziak y Taugourdeau-Lantz. BAFC-Pl 1468-1 H49.
F, K, L, M, AI	*Dibolisporites microspicatus* Playford. F, K. BAFC-Pl 1468-1 L51. L, M. BAFC-Pl 1469-1 B34/2. AI. BAFC-Pl 1468-3 C52.
G	*Leiotriletes ornatus* Ishchenko. BAFC-Pl 1468-3 E44.
H	*Cyclogranisporites australis* Azcuy. BAFC-Pl 1468-1 A32.
J	*Waltzispora polita* (Hoffmeister, Staplin y Malloy) Smith y Butterworth. BAFC-Pl 1470-1 F30.
N, Ñ	*Granulatisporites granulatus* Ibrahim. N. BAFC-Pl 1469-1 S33/4. Ñ. BAFC-Pl 1469-1 H27/1.
O	*Punctatisporites irrasus* Hacquebard. BAFC-Pl 1468-3 J47.
P	*Cyclogranisporites paleophytus* Neves y Ioannides. BAFC-Pl 1468-1 O33/4.
Q	*Convolutispora varicosa* Butterworth y Wiliams. BAFC-Pl 1468-1 X35/2.
R, AF	*Camptotriletes verrucosus* Playford. BAFC-Pl 1468-1 L48/2. BAFC-Pl 1468-3 W23/4.
S, Z, AE	*Foveosporites appositus* Playford. S. BAFC-Pl 1468-3 V50. Z, AE. BAFC-Pl 1468-3 K47/2.
T, V	*Pustulatisporites dolbii* Higgs, Clayton y Keegan. T. BAFC-Pl 1468-1 V49/3. V. BAFC-Pl 1470-1 Q28/2.
U	*Convolutispora elimata* Playford. BAFC-Pl 1468-1 D21/3-4.
W, AB	*Anapiculatisporites hystricosus* Playford. BAFC-Pl 1468-1 T22/3-4.
X, AC	*Raistrickia intonsa* (Playford) Playford y Satterthwait. BAFC-Pl 1468-1 F25/4.
Y	*Punctatisporites resolutus* Playford. BAFC-Pl 1469-1 J38/3-4.
A A	*Verrucosisporites depressus* Winslow. BAFC-Pl 1468-1 U22.
AD	*Convolutispora ampla* Hoffmeister, Staplin y Malloy. BAFC-Pl 1468-3 V35.
AG	*Schopfites claviger* (Sullivan) emend. Higgs, Clayton y Keegan. BAFC-Pl 1468-3 J33/3.
AH	*Apiculatisporis heteroconus* Phillips y Clayton. BAFC-Pl 1468-3 L37/2.
AJ	*Convolutispora insulosa* Playford. BAFC-Pl 1468-1 W57/1.

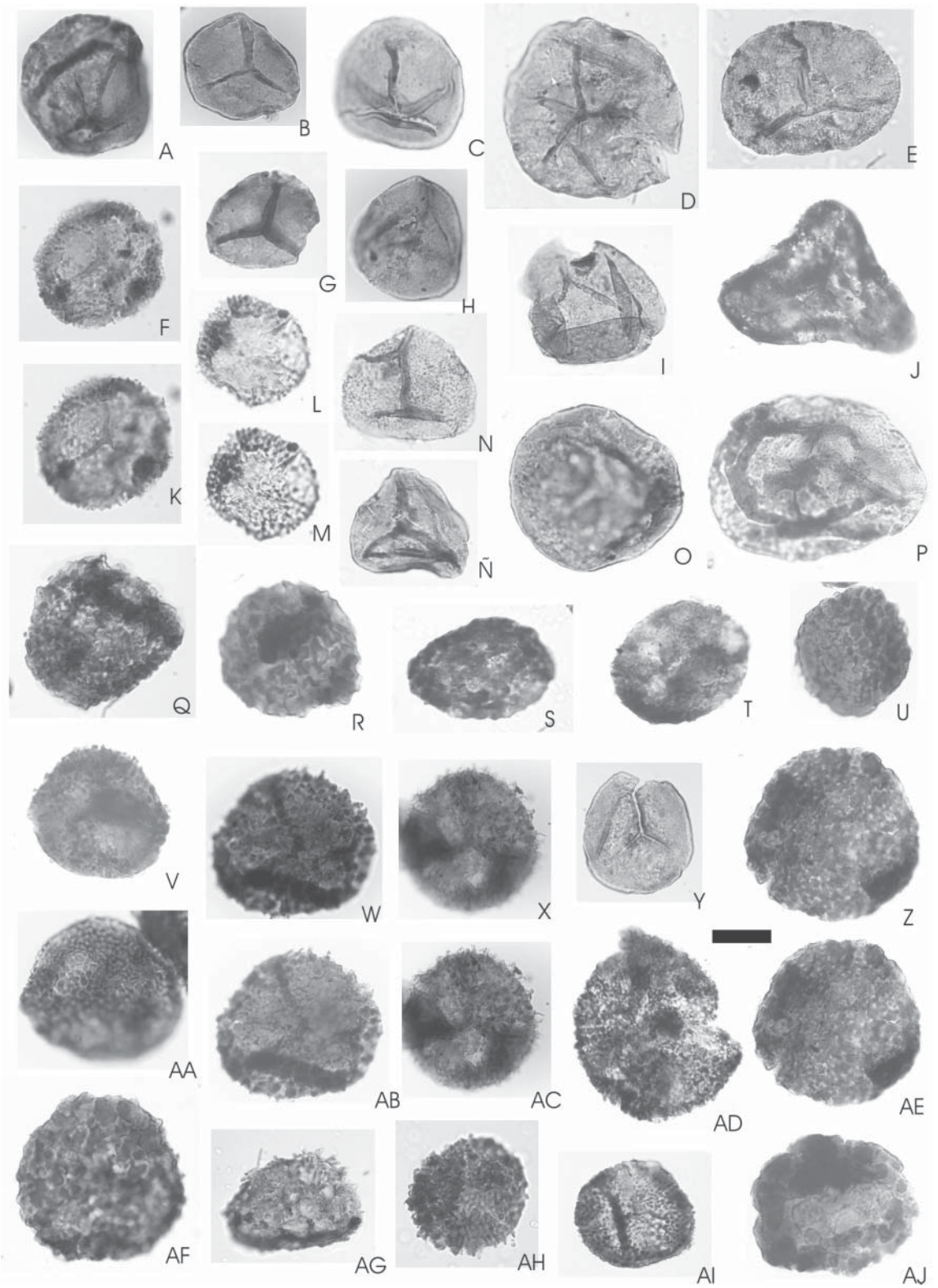

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
Ñ
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z
AA
AB
AC
AD
AE
AF
AG
AH
AI
AJ

LÁMINA 2

Especies autóctonas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: 20 µm.

Figuras	
A, B	*Apiculatisporis hacquebardii* (Playford 1964) nov. comb. BAFC-Pl 1469-1 K28/1.
C, D, H	*Apiculatisporis heteroconus* Phillips y Clayton. C, D. BAFC-Pl 1469-1 F29. H. BAFC-Pl 1469-1 P43.
E, J	*Secarisporites undatus* Playford. BAFC-Pl 1469-1 W32/4.
F, G	*Dibolisporites acritarchus* (Neville) Playford y Satterthwait. BAFC-Pl 1469-1 W55.
I	*Convolutispora elimata* Playford. BAFC-Pl 1468-1 P36/1.
K	*Knoxisporites concentricus* (Byvscheva) Playford y McGregor. BAFC-Pl 1469-1 T25/1.
L	*Anapiculatisporites hystricosus* Playford. BAFC-Pl 1469-1 H52/3.
M, R	*Anapiculatisporites concinnus* Playford. BAFC-Pl 1468-3 R21/2.
N, O, AH	*Dibolisporites medaensis* (Playford) Playford. N. BAFC-Pl 1469-1 N25/1. O. BAFC-Pl 1469-1 K50/3. AH. BAFC-Pl 1469-1 Y41.
Ñ.	*Convolutispora florida* Hoffmeister, Staplin y Malloy. BAFC-Pl 1468-1 Q42/3.
P, U	*Densosporites pseudoanulatus* Butterworth y Williams. P. BAFC-Pl 1468-3 V50/4. U. BAFC-Pl 1468-3 K33/3.
Q	*Convolutispora vermiformis* Hughes y Playford. BAFC-Pl 1469-1 K35/1-3.
S, T	*Raistrickia ponderosa* Playford. BAFC-Pl 1468-3 R40/3.
V	*Spelaeotriletes tuberosus* Utting. BAFC-Pl 1469-1 H37/3.
W, X	*Colatisporites decorus* (Bharadwaj y Venkatachala) Williams in Neves, Gueinn, Clayton, Ioannides, Neville y Kruszewska. BAFC-Pl 1469-1 B34.
Y, Z	*Spelaeotriletes triangulus* Neves y Owens. BAFC-Pl 1468-3 J33.
A A	*Spelaeotriletes balteatus* (Playford) Higgs. BAFC-Pl 1468-3 Q39.
AB, AC	*Auroraspora solisorta* Hoffmeister, Staplin y Malloy. AB. BAFC-Pl 1470-1 C40. AC. BAFC-Pl 1469-1 X31.
AD, AE	*Auroraspora macra* Sullivan. BAFC-Pl 1469-1 D52/1.
AF, AG	*Crassispora scrupulosa* Playford. BAFC-Pl 1468-1 L20/1.

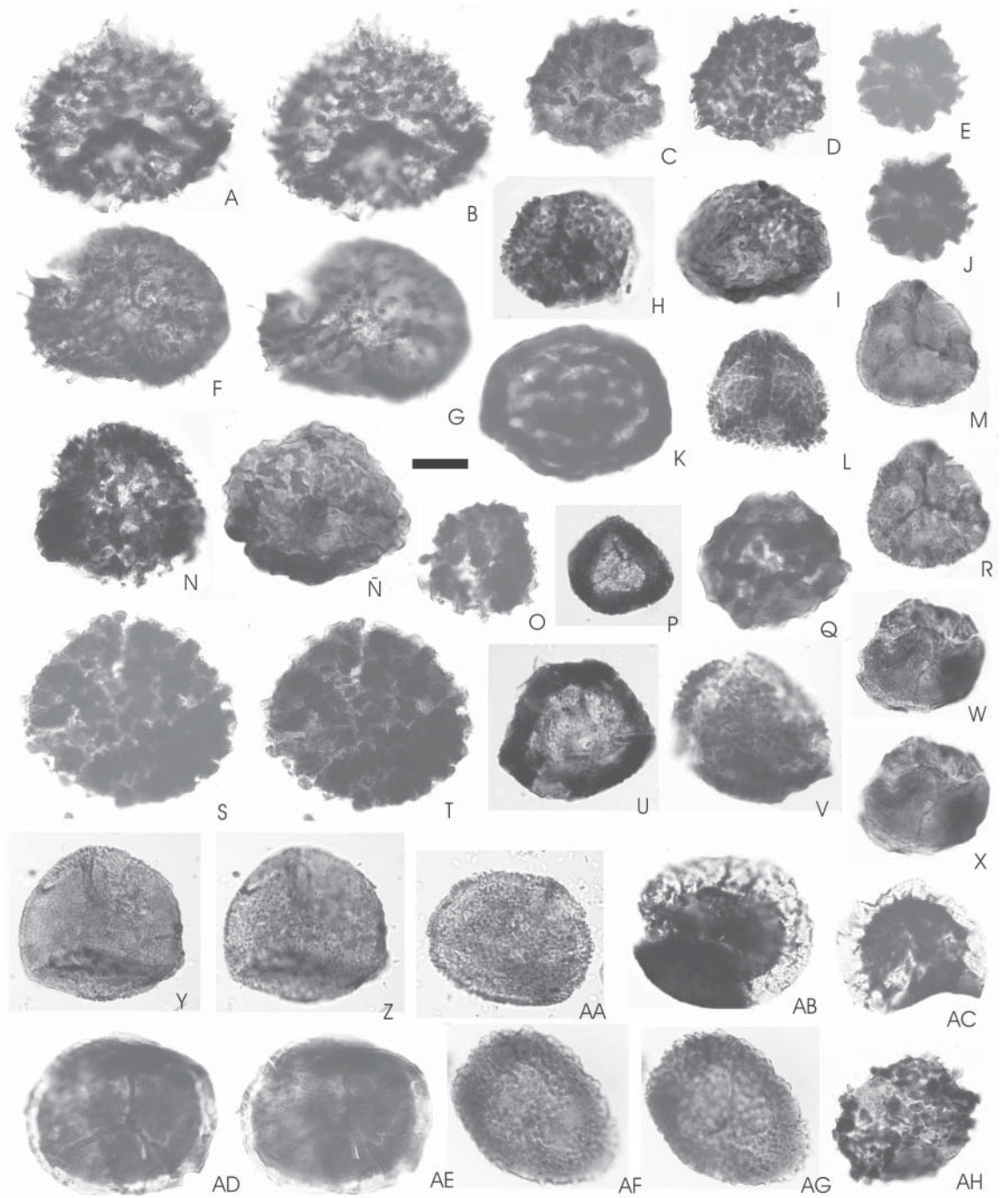

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
Ñ
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z
AA
AB
AC
AD
AE
AF
AG
AH

LÁMINA 3

Especies autóctonas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: I, J 10 µm, las restantes 20 µm.

Figuras	
A-C, H	*Crassispora trychera* Neves y Ioannides. A, B. BAFC-Pl 1469-1 F56/1. C, H. BAFC-Pl 1469-1 N23/3.
D, E	*Cristatisporites peruvianus* Azcuy y di Pasquo. BAFC-Pl 1470-1 F52/1-2.
F	*Densosporites pseudoanulatus* Butterworth y Williams. BAFC-Pl 1468-3 V50.
G	*Microreticulatisporites nodosus* Playford y Satterthwait. BAFC-Pl 1469-1 P43/4.
I, J, L, M	*Cristatisporites colliculus* Playford. I, J. BAFC-Pl 1469-1 E33/4. L, M. BAFC-Pl 1468-3 N20/4.
K	*Apiculatisporis heteroconus* Phillips y Clayton. BAFC-Pl 1468-3 K21/3.
N	*Convolutispora tessellata* Hoffmeister, Staplin y Malloy. BAFC-Pl 1468-3 O22.
Ñ	*Spelaeotriletes balteatus* (Playford) Higgs. BAFC-Pl 1469-1 T24.
O, P	*Convolutispora major* (Kedo) Turnau. BAFC-Pl 1468-3 X23.
Q	*Verrucosisporites* sp., BAFC-Pl 1470-1 D52/3.
R	*Cordylosporites* sp., BAFC-Pl 1470-1 B22/4.
S, T	*Kraeuselisporites explanatus* (Luber) Azcuy y di Pasquo. S. BAFC-Pl 1468-3 X48/4. T. BAFC-Pl 1468-3 Z49/1.
U	*Neoraistrickia loganii* (Winslow) Coleman y Clayton. BAFC-Pl 1468-3 M24/1.
V	*Retusotriletes triangulatus* (Streel) Streel. BAFC-Pl 1470-1 N22/3.
W	*Kraeuselisporites dolianitii* (Daemon) Azcuy y di Pasquo. BAFC-Pl 1470-1 D53/1.
X	*Cordylosporites papillatus* (Naumova) Playford y Satterthwait. BAFC-Pl 1468-1 Q41.
Y	*Crassispora scrupulosa* Playford. BAFC-Pl 1469-1 C44.
Z, AA	*Botryococcus* sp. Z. BAFC-Pl 1469-1 N23. AA. BAFC-Pl 1468-3 Q32/2.

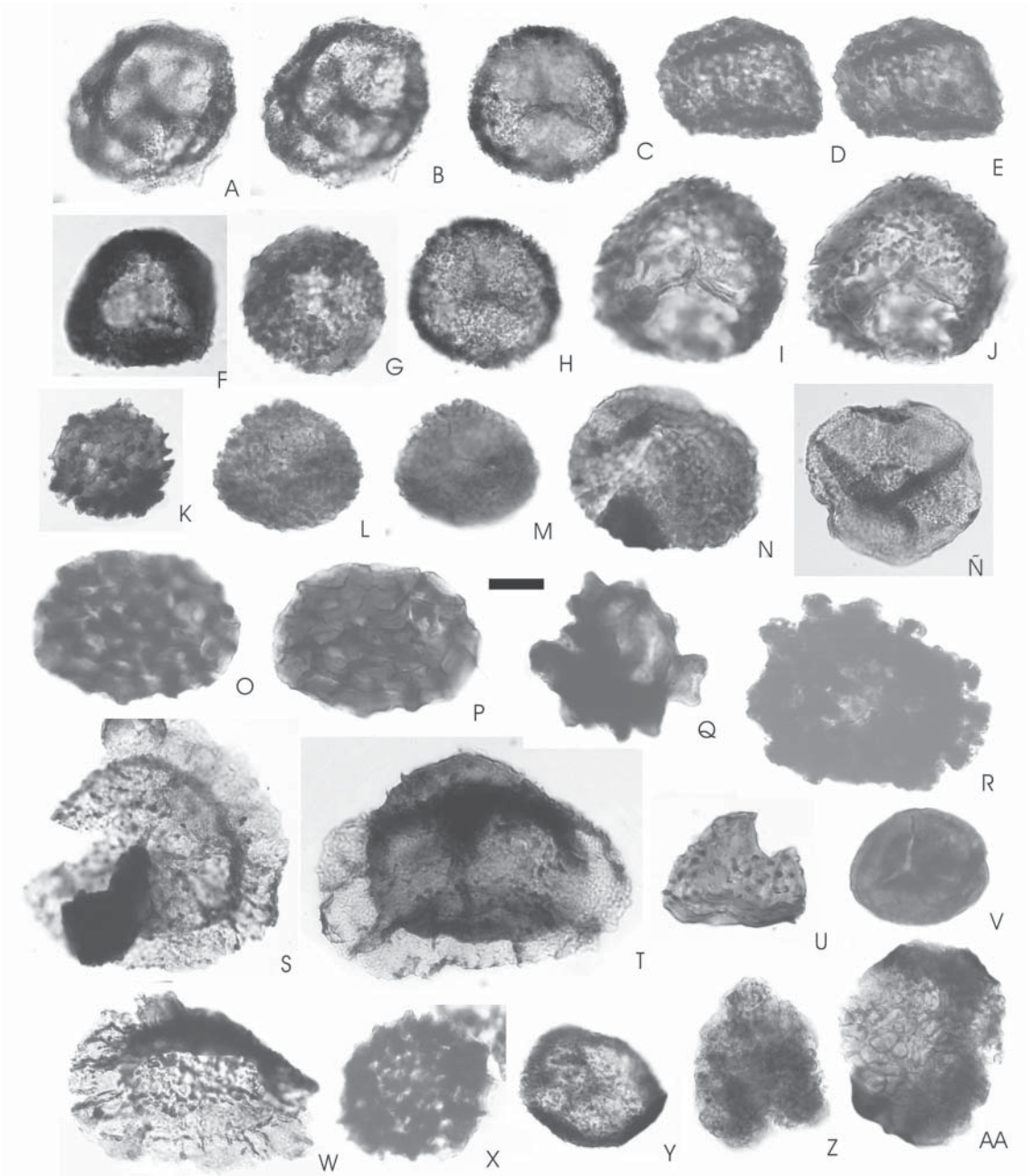

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
Ñ
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z
AA

LÁMINA 4

Selección de especies autóctonas y retrabajadas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: I 10 µm, las restantes 20 µm.

Figuras

A, F	*Grandispora notensis* Playford. A. BAFC-Pl 1468-3 J21/2. F. BAFC-Pl 1469-1 H48/1.
B	*Convolutispora oppessa* Higgs. BAFC-Pl 1470-1 U35/3.
C, E, K	*Endoculeospora larga* (Playford) nov. comb. C. BAFC-Pl 1470-1 P48. E. BAFC-Pl 1470-1 C44/3. K. BAFC-Pl 1470-1 K22/4.
D	*Velamisporites caperatus* (Higgs) Higgs, Clayton y Keegan. BAFC-Pl 1470-1 B34/3.
G	*Convolutispora ampla* Hoffmeister, Staplin y Malloy. BAFC-Pl 1470-1 B40.
I	*Geminospora spongiata* Higgs, Clayton y Keegan. BAFC-Pl 1470-1 G35/2.
H, J	*Verrucosisporites microtuberosus* (Loose) Smith y Butterworth. H. BAFC-Pl 1468-1 L47. J. BAFC-Pl 1470-1 F34/3.

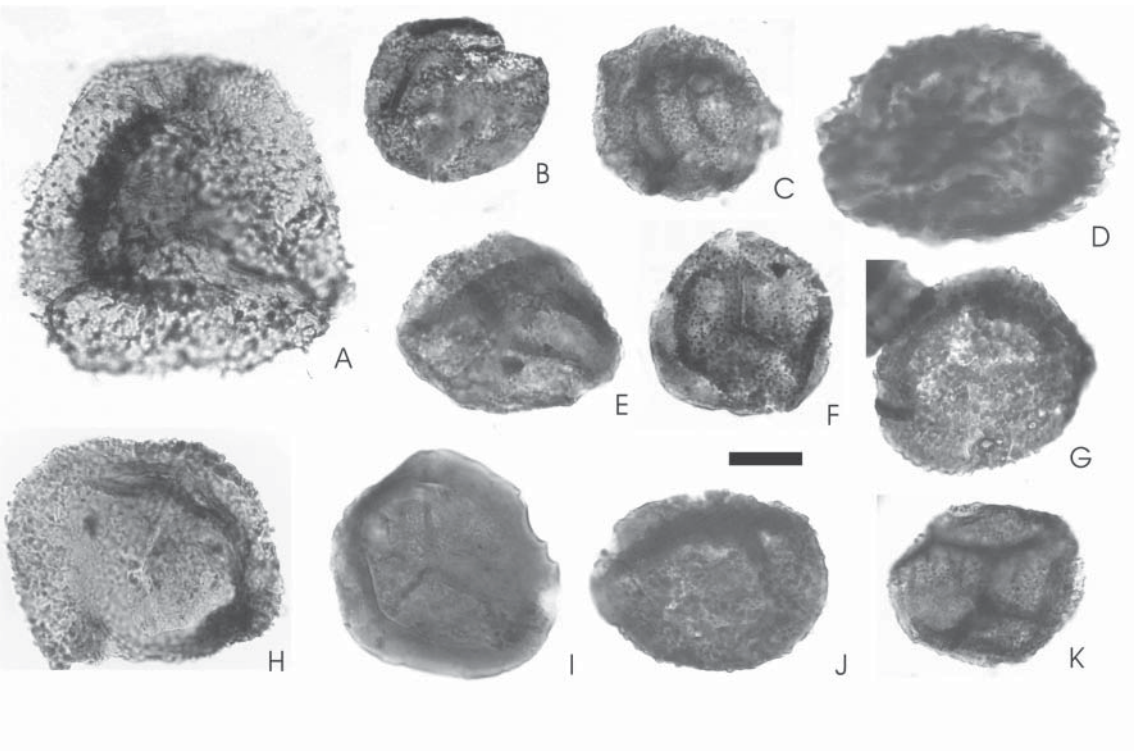

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K

LÁMINA 5

Selección de especies retrabajadas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: 20 µm.

Figuras

A, B	*Acinosporites ledundae* Ottone. A. BAFC-Pl 1468-1 R30/3. B. BAFC-Pl 1468-1 Q33.
C	*Chelinospora ligurata* Allen. BAFC-Pl 1469-1 J37/2.
D	*Archaeozonotriletes variabilis* Naumova emend. Allen. BAFC-Pl 1468-1 B31/1.
E	*Acinosporites macrospinosus* Richardson. BAFC-Pl 1468-1 K31/1.
F	*Apiculatasporites inferus* (Menéndez y Pöthe de Baldis) di Pasquo. BAFC-Pl 1468-1 Z21/3.
G	*Raistrickia aratra* Allen. BAFC-Pl 1468-1 A32.
H	*Emphanisporites rotatus* McGregor emend. McGregor. BAFC-Pl 1468-1 T31.
I	*Grandispora verrucosa* (Menéndez y Pöthe de Baldis) di Pasquo. BAFC-Pl 1468-1 F25/4.
J	*Quadrisporites granulatus* (Cramer) Ströther. BAFC-Pl 1468-1 T34/1.
K	*Acinosporites acanthomamillatus* Richardson. BAFC-Pl 1468-1 P33/2-4.
L	*Chomotriletes vendugensis* Naumova. BAFC-Pl 1468-1 K27.
M	*Samarisporites triangulatus* Allen. BAFC-Pl 1468-1 T43/3.
N, S	*Grandispora pseudoreticulata* (Menéndez y Pöthe de Baldis) Ottone. N. BAFC-Pl 1468-1 U47. S. BAFC-Pl 1468-1 E40/1.
Ñ	*Grandispora daemonii* Loboziak, Streel y Burjack. BAFC-Pl 1468-3 K46/4.
O	*Grandispora protea* (Naumova) Moreau-Benoit. BAFC-Pl 1468-1 L23/2.
P	*Retusotriletes paraguayensis* Menéndez y Pöthe de Baldis. BAFC-Pl 1468-1 R31/4.
Q	*Grandispora velata* Allen. BAFC-Pl 1468-1 E31/3.
R	*Leiotriletes balapucensis* sp. nov. BAFC-Pl 1468-1 X29/1.
T	*Grandispora mammillata* Owens. BAFC-Pl 1468-1 O39/4.
U	*Belonechitina holfeltzii* Ottone. BAFC-Pl 1468-1 X55/1.

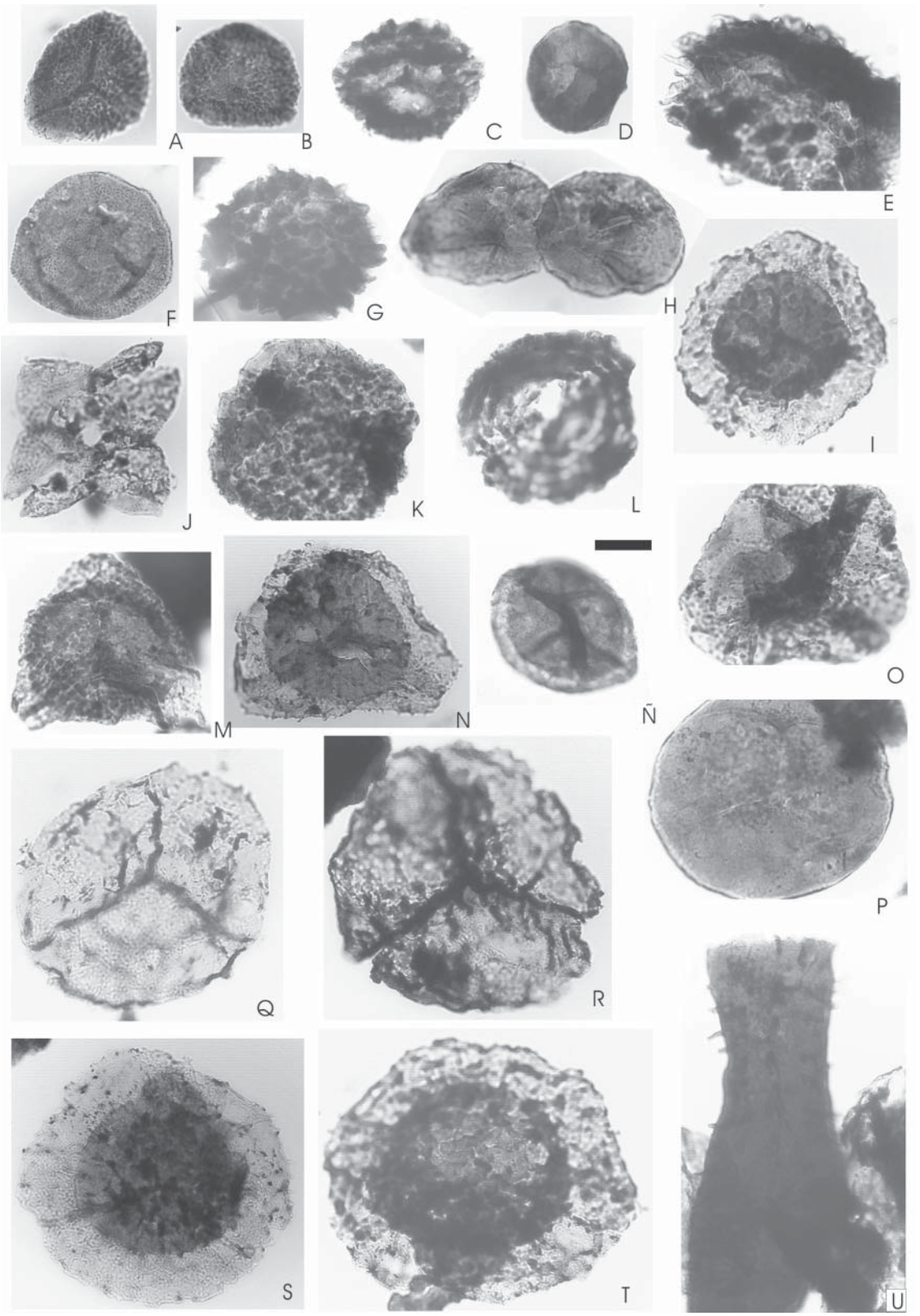

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
Ñ
O
P
Q
R
S
T
U

LÁMINA 6

Selección de especies retrabajadas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: A, B 40 µm, las restantes 20 µm.

Figuras

A, D	*Biharisporites parviornatus* Richardson. A. BAFC-Pl 1468-3 Z36/1. D. BAFC-Pl 1469-1 T56/4.
B	*Hystricosporites* sp. cf. *H. mitratus* Allen. BAFC-Pl 1468-3 Z36/1.
C	*Hystricosporites* sp. in Ottone. BAFC-Pl 1469-1 T26.
E	*Grandispora pseudoreticulata* (Menéndez y Pöthe de Baldis) Ottone. BAFC-Pl 1468-3 O39/4.
F	*Acinosporites macrospinosus* Richardson. BAFC-Pl 1469-1 F33/1.
G	*Cordylosporites marciae* (Winslow) Playford y Satterthwait. BAFC-Pl 1469-1 R34/4.
H	*Verrucosisporites scurrus* (Naumova) McGregor y Camfield 1982. BAFC-Pl 1470-1 J49/4.
I, J	*Acinosporites eumammillatus* Loboziak, Streel y Burjack. BAFC-Pl 1469-1 R35/2.
K	*Chelinospora concinna* Allen. BAFC-Pl 1469-1 K41.
L, M	*Verrucosisporites premnus* Richardson. L. BAFC-Pl 1468-3 F43/1. M. BAFC-Pl 1468-1 V31/4.
N, O	*Grandispora gabesensis* Loboziak y Streel. BAFC-Pl 1469-1 X56/1.
Ñ	*Chelinospora timanica* (Naumova) Loboziak y Streel. BAFC-Pl 1468-3 W39/2.
P	*Cymbosporites catillus* Allen. BAFC-Pl 1469-1 D46/1.
Q	*Leovolancis divellomedia* (Chibrikova) Burgess y Richardson. BAFC-Pl 1470-3 W40.
R	*Verruciretusispora magnifica* (McGregor) Owens (= *Cymbosporites cyathus* Allen según Higgs, Clayton y Keegan). BAFC-Pl 1469-1 O37/2.
S, U	*Emphanisporites rotatus* McGregor emend. McGregor. S. BAFC-Pl 1469-1 O37/2. U. BAFC-Pl 1469-1 E38/2.
T	*Exochoderma triangulata* Wicander y Wood. BAFC-Pl 1468-3 W32.
V	*Polyedryxium pharaonis* Deunff ex Deunff . BAFC-Pl 1470-1 U35.
W	*Estiastra rhytidoa* Downie. BAFC-Pl 1470-1 C30/1.
X	*Gorgonisphaeridium winslowiae* Staplin, Jansonius y Pocock. BAFC-Pl 1470-1 C26/1.
Y	*Stellinium octoaster* (Staplin) Jardiné, Combaz, Magloire, Peniguel y Vachey. BAFC-Pl 1470-1 O27/1.
Z	*Verhyachium trispinosum* (Eisenack) Deunff. BAFC-Pl 1470-1 C39/1.

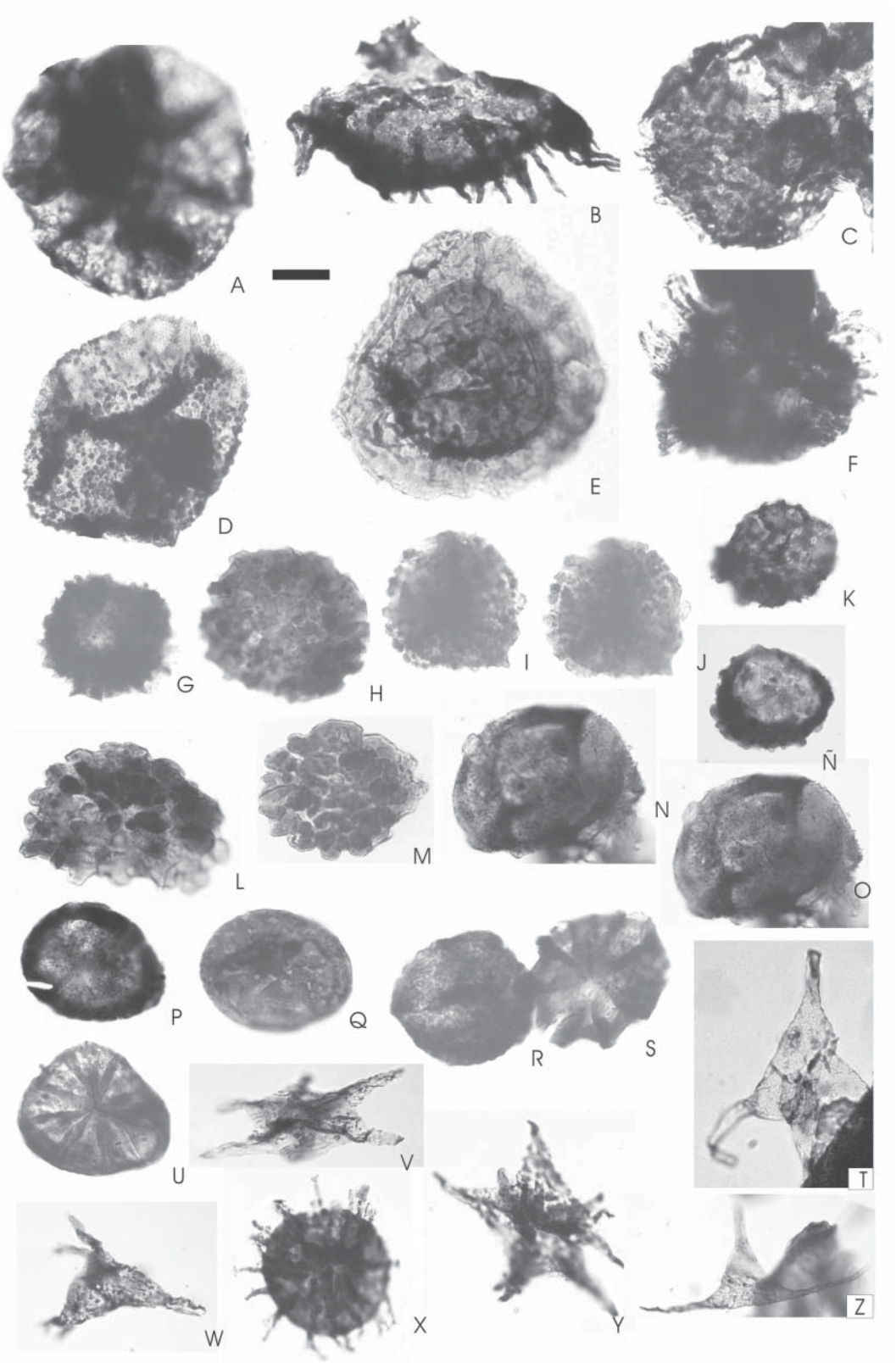
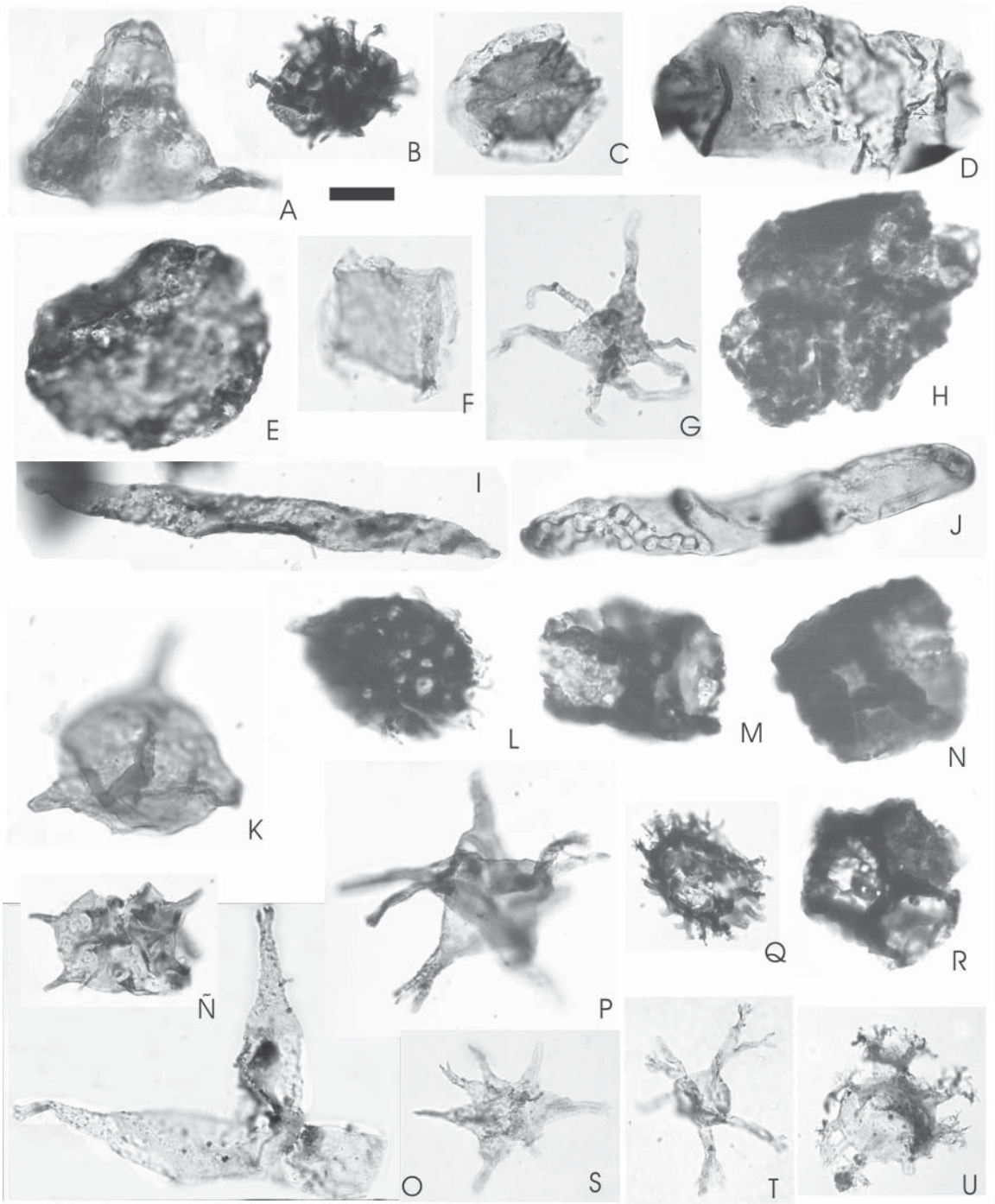

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
Ñ
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z

LÁMINA 7

Selección de especies retrabajadas en la A3 (Formación Itacua). Escala gráfica: K 10 µm, las restantes 20 µm.

Figuras

A	*Onondagaella asymetrica* (Deunff) Cramer. BAFC-Pl 1470-1 B25/1.
B	*Umbellasphaeridium deflandreii* (Moreau-Benoit) Jardiné, Combaz, Magloire, Peniguel y Vachey. BAFC-Pl 1470-1 S40/1.
C	*Duvernaysphaera tenuicingulata* Staplin. BAFC-Pl 1470-1 E31/4.
D, J	*Navifusa bacilla* (Deunff) Playford. D. BAFC-Pl 1470-1 D43/3. J. BAFC-Pl 1470-1 U31/2.
E	*Maranhites mosesii* (Sommer) Brito. BAFC-Pl R43/3.
F	*Duvernaysphaera angelae* Deunff. BAFC-Pl 1470-1 U33.
G	*Diexalophasis simplex* Wicander y Wood. BAFC-Pl 1470-1 J53.
H	*Quadrisporites variabilis* (Cramer) Ottone y Rossello. BAFC-Pl 1470-1 E44/1.
I	*Dactylofusa fastidiona* (Cramer) Eisenack, Cramer y Diez. BAFC-Pl 1470-1 H40/1.
K	*Polygonium barredae* Ottone. BAFC-Pl 1470-1 C43.
L, Q	*Gorgonisphaeridium* spp. L. BAFC-Pl 1470-1 E45/3. Q. BAFC-Pl 1470-1 F34.
M	*Polyedryxium talus* Deunff. BAFC-Pl 1470-1 H51/4.
N	*Polyedryxium embudum* Cramer. BAFC-Pl 1470-1 R42.
Ñ	Acritarca indeterminado. BAFC-Pl 1470-1 J51/2.
O	*Crucidia camirense* (Lobo Boneta) Ottone. BAFC-Pl 1470-1 Z23/2.
P	*Exochoderma irregulare* Wicander. BAFC-Pl 1470-1 E35.
R	*Dictyotidium munificum* (Wicander y Wood) Amenábar, di Pasquo, Carrizo y Azcuy. BAFC-Pl 1470-1 G43/2.
S	*Exochoderma arca* Wicander y Wood. BAFC-Pl 1470-1 M47/4.
T	*Diexalophasis remota* (Deunff) emend. Playford. BAFC-Pl 1470-1 N32.
U	*Hoegklintia corallina* (Eisenack) Sarjeant y Vavrdová. BAFC-Pl 1470-1 P47/3.


A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K
L
M
N
Ñ
O
P
Q
R
S
T
U

APÉNDICE. DESCRIPCIONES SISTEMÁTICAS

Las especies con asignación abierta no son descritas pues se trata de un solo ejemplar en todos los casos. Las muestras palinológicas son rotuladas con la sigla BAFC-Pl precediendo al número de preparado correspondiente al repositorio (Palinoteca) ubicado en el Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, seguido de las coordenadas correspondientes a la reglilla universal **'England Finder'.**

Anteturma Proximegerminantes Potonié, 1970
Turma Triletes Reinsch emend. Dettmann, 1963
Suprasubturma Acavatitriletes Dettmann, 1963
Subturma Azonotriletes Luber emend. Dettmann, 1963
Infraturma Apiculati Bennie y Kidston emend. Potonié, 1956
Subinfraturma Nodati Dybová y Jachowicz, 1957
Género *Apiculatisporis* Potonié y Kremp, 1956

Especie tipo: *Apiculatisporis aculeatus* Ibrahim, 1933. Carbonífero Tardío, Ruhr-Reviers (Alemania).

Apiculatisporis hacquebardii (Playford, 1964) nov. comb. (Lám. 2. A, B)

Basiónimo: *Acanthotriletes hacquebardii* Playford, 1964, p. 20, Pl. 4, figs. 1-4.

Suprasubturma Pseudosaccitriletes Richardson, 1965
Infraturma Monopseudosacciti Smith y Butterworth, 1967
Género *Endoculeospora* Staplin 1960 emend. Turnau, 1975

Especie tipo: *Endoculeospora rarigranulata* Staplin, 1960. Mississippiano tardío, Alberta (Canadá).

Endoculeospora larga (Playford, 1971) nov. comb. (Lám. 4. C, E, K)

Basiónimo: *Anapiculatisporites largus* Playford, 1971, p. 16, Pl. 4, figs. 1-6.

Comparaciones: Se diferencia de *Endoculeospora altobellii* di Pasquo 2007 por presentar una ornamentación más densa principalmente de conos y verrugas mucronadas de tamaño algo mayor (1-2 mm de alto y ancho) y pliegues arqueados preferentemente en el contorno de la espora.