

Palinología de la Formación San Telmo (Carbonífero Superior) en la sierra San Antonio, provincia de Salta, Argentina

Mercedes di PASQUO¹, Carlos L. AZCUY¹ y Daniel STARCK²

Abstract. PALYNOLOGY OF THE SAN TELMO FORMATION AT THE SAN ANTONIO RANGE, SALTA PROVINCE, ARGENTINA. New palynological information recovered from the middle part of the San Telmo Formation, upper part of the Mandiyutí Group, at the San Antonio range, Argentinean portion of the Tarija basin, is presented. Sixty five species of indigenous palynomorphs were identified, together with reworked specimens from the Upper Devonian and also Lower Carboniferous levels. The age of the indigenous assemblage is Late Carboniferous (= Stephanian) and it can be correlated with a similar assemblage, from the outcrop of the Caraparí river at the Aguarañe range. The age and correlation of the Mandiyutí Group is extensively discussed in order to reject a Early Carboniferous age suggested by some authors.

Key words. Palynology. San Telmo Formation. Tarija basin. Late Carboniferous (= Stephanian). Argentine.

Palabras clave. Palinología. Formación San Telmo. Cuenca Tarija. Carbonífero Tardío (= Stephaniano). Argentina.

Introducción

La Formación San Telmo constituye la unidad superior del Grupo Mandiyutí, cuyas sedimentitas se atribuyen al Carbonífero Superior y afloran en la región noroeste de la Argentina (figura 1.A), en las Sierras Subandinas y en el este de la Cordillera Oriental. Su presencia también ha sido comprobada por medio de perforaciones en el subsuelo de la llanura Chaco-Salteña. El Grupo Mandiyutí comprende a las Formaciones Escarpment y San Telmo y supra-yace al Grupo Machareti en relación de discordancia erosiva en lo que se conoce como la porción Argentina de la Cuenca Tarija (Starck *et al.*, 1992, 1993; Starck, 1995; Azcuy y di Pasquo, 1999). La Formación San Telmo se subdivide en tres miembros: el inferior Yaguacua, el medio Chimeo y el superior Caguami (figura 1.B).

Contribuciones previas de carácter palinológico realizadas sobre materiales provenientes del Grupo Mandiyutí son aún poco numerosas, entre ellas puede mencionarse el trabajo pionero de Azcuy y Laffitte (1981) y los más recientes sobre sistemática, material redepositado, edad y paleoambientes, realizados por di Pasquo y Azcuy (1997a, 1997 b; 1999a,

1999b), di Pasquo (1999) y Azcuy y di Pasquo (1999, 2000).

Hasta la fecha, los estudios palinológicos realizados en la Formación San Telmo correspondieron a muestras provenientes del límite con la Formación Escarpment, o muy próximas a la base de la unidad primero citada. En esta contribución se da a conocer una rica asociación palinológica obtenida en niveles pelíticos ubicados en la parte media de la Formación San Telmo (véase la figura 1.B). Las capas afloran en el anticlinal San Pedro reconocido en la sierra San Antonio, provincia de Salta (véase la figura 1.A). Asimismo, se discute la antigüedad de las capas portadoras y el contenido de palinomorfos devónicos re-depositados.

Metodología

La extracción de los palinomorfos y su determinación se realizó en el Laboratorio de Palinología del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad de Buenos Aires. Las muestras fueron procesadas por los métodos palinológicos estándar, los cuales incluyen la molienda de las rocas, la eliminación de carbonatos con HCl, de silicatos con HF 70% y el filtrado del residuo orgánico obtenido con una malla de 25 µm. Parte del residuo fue montado en slides usando gelatina-glicerina como medio de fijación. Los palinomorfos fueron determinados con un microscopio Leitz Orthoplan de luz transmitida y las microfotografías fueron obtenidas con un equipo Orthomat. Los ejemplares ilustrados están indicados

¹Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Geológicas, Pabellón 2, Ciudad Universitaria 1428 Buenos Aires, Argentina.

E-mail: medipa@gl.fcen.uba.ar, azcuy@ciudad.com.ar

²Calle 19 entre 446 y 447, 1896 City Bell, Argentina.

E-mail: starck@netverk.com.ar

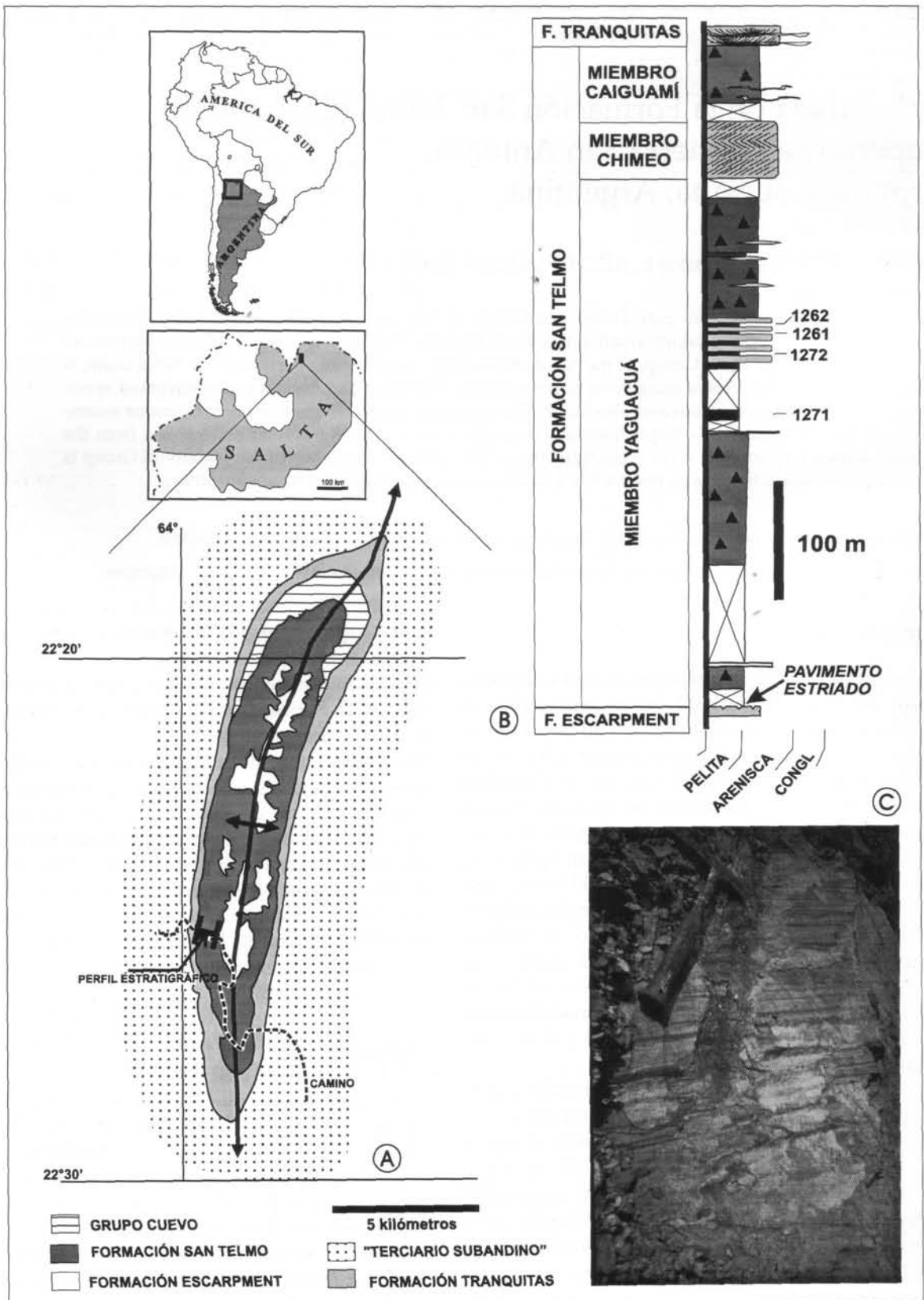


Figura 1. A, ubicación y geología del anticlinal San Pedro, sierra San Antonio, provincia de Salta, Argentina. En líneas punteadas se observa la traza del camino para el acceso a la localidad fosilífera / Location and geology of the San Pedro anticline, San Antonio range, Salta Province, Argentina. In dotted lines the trace of the road of access to the fossiliferous locality. B, Perfil columnar del Grupo Mandiyutí con la ubicación de los niveles fértiles estudiados donde los números indican la ubicación de los niveles fértiles estudiados / Lithostratigraphic section of the Mandiyutí Group with the location of the fossiliferous levels where the numbers point to the studied fertile levels. C, ilustración del pavimento estriado presente en el tope de la Formación Escarpment / Grooved pavement present at the top of the Escarpment Formation.

Cuadro 1. Relación porcentual de grupos mayores por muestra, considerando como 100% la suma de palinomorfos autóctonos y redepositados. La última columna muestra el valor promedio para el conjunto de las cuatro muestras (Asociación) / *Percentual relationship of major groups per sample, considering as 100% the sum of indigenous and reworked palynomorphs. The last column shows the average value for the group of the four samples (Association).*

LOCALIDAD	SIERRA SAN ANTONIO				
	UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	FORMACIÓN SAN TELMO			
ESPECIES \ MUESTRAS (BAFC-PI)	1271	1272	1261	1262	Asociación
% Palinomorfos autóctonos (Total)	96,2	64,5	77,9	69,2	79,7
% Esporas autóctonas	33,3	21,0	23,4	27,5	30,6
% Granos de polen	45,6	22,0	22,1	15,4	38,9
% Algas y afines	2,1	13,4	16,9	18,7	10,2
% Palinomorfos redepositados (Total)	3,8	35,5	22,1	30,8	20,3
% Esporas redepositadas	2,1	23,1	18,2	25,3	14,4
% Acritarcas y prasinofitas	1,7	12,4	3,9	5,5	5,9

por la sigla BAFC-PI seguida del número de preparado y la referencia del England Finder, EF. El material estudiado se halla despositado en la palinoteca del Laboratorio de Palinología del Departamento de Ciencias Geológicas.

Geología del área de estudio

Las muestras palinológicas aquí estudiadas provienen de una sección estratigráfica ubicada en el flanco occidental del anticlinal San Pedro, en el ámbito de la sierra San Antonio, entre los 22° 30' y 22° 20' de latitud sur y 64° longitud oeste (véase la figura 1.A), región en la que afloran sedimentitas de los Grupos Mandiyutí, Cuevo (Permo-Triásico) y del Terciario Subandino. La clara configuración anticlinal de la estructura de San Pedro motivó su exploración por hidrocarburos a cargo de la Standard Oil Co., ya en la década de 1920 (Reed, 1946), descubriéndose el yacimiento de petróleo homónimo. Luego fue explotada por YPF y actualmente forma parte del Área Acambuco, concedida a Pan American Energy.

La sucesión estratigráfica que se ilustra en la figura 1.B fue levantada por uno de los autores (D.S.) sobre el camino de acceso al pozo San Pedrito PAE. S.P. x-2, ubicado en la sierra San Antonio. En la misma se han podido identificar los tres miembros que componen la Formación San Telmo. Esta unidad se apoya en contacto neto sobre las areniscas claras del tope de la Formación Escarpment, unidad que aflora en el núcleo de la estructura. El techo de la última formación citada, en la sección en cuestión, corresponde a un verdadero pavimento estriado (véase la figura 1.C), con estrías orientadas en dirección NO-SE.

El Miembro Yaguacúa (370 m de potencia) se compone de una sección inferior principalmente diamictítica, una intermedia en la que alternan capas ta-

bulares de areniscas claras con estructuras de corriente y de oleaje y pelitas laminadas oscuras, y una superior compuesta nuevamente por diamictitas. Las muestras estudiadas provienen de las pelitas oscuras de la sección intermedia. El Miembro Chimeo (50 m), compuesto por areniscas medianas, laminadas y de muy buena selección, se apoya en contacto neto (¿erosivo?) sobre el miembro precedente, y es cubierto también en contacto neto, por las diamictitas rojizas con clastos estriados del Miembro Caiguami (55 m).

La presencia de estrías glaciales en la base de la Formación San Telmo indica actividad glacial directa, al menos para la base de la formación. La conspicua presencia de clastos estriados en niveles diamictíticos del resto del Miembro Yaguacúa y del Miembro Caiguami demuestra que la actividad glacial continuó hasta fines de la depositación de la Formación San Telmo, aunque probablemente de una manera algo más esporádica.

Sobre la Formación San Telmo se apoya en discordancia la Formación Tranquitas (¿Mioceno?) compuesta, en la sección en cuestión, por areniscas blancas medianas a gruesas hasta conglomerádicas. Algunos niveles conglomerádicos, con clastos de pedernal, pueden ser asignados al llamado "Conglomerado de Galarza". La discordancia ubicada en la base de la Formación Tranquitas bisela el sustrato compuesto por las unidades depositadas en la Cuenca de Tarija (Starck *et al.*, 1992; Starck 1995), con disminución de sus espesores a medida que se avanza hacia el sudeste. En la sección en cuestión se estima que fueron eliminados unos 60 m del tope del Miembro Caiguami de la Formación San Telmo. Unos pocos kilómetros más al norte, todavía en el anticlinal San Pedro, se preserva el espesor total de la unidad, e inclusive parte del espesor del Grupo Cuevo, unidad que se le sobrepone (véase la figura 1.A).

Datos palinológicos

Del muestreo realizado en el anticlinal San Pedro, las cuatro muestras resultaron fértiles y en ellas fueron reconocidas algo más de un centenar de especies. Sin embargo, como es una constante en depósitos de la Cuenca Tarija (porción argentina), un importante número de ellas (~20%) correspondió a formas repositadas provenientes del Devónico/Carbonífero Temprano (véase el cuadro 1). La lista que se presenta a continuación incluye 65 especies autóctonas y 42 repositadas, las cuales se agrupan de acuerdo con grupos morfológicos o sistemáticos mayores y se ordenan alfabéticamente. En las figuras 2 a 5 se ilustran todas las especies autóctonas con excepción de aquellas que componen el conjunto de formas repositadas.

Palinomorfos autóctonos

Esporas trilete acavadas

- Anapiculatisporites* sp. cf. *A. argentinensis* Azcuy 1975 (figura 2.O)
Apiculatasporites parviapiculatus Azcuy 1975 (figura 2.J)
Apiculiretusispora alonsoi Ottone 1989 (figura 2.C)
Brevitriletes levis (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Srivastava 1969 (figura 2.K)
Calamospora hartungiana Schopf en Schopf, Wilson y Bentall 1944 (figuras 3.G y 3.M)
Calamospora ? ubischii Foster 1979 (figura 2.F)
Convolutispora globosa Ottone 1991 (figura 2.S)
Convolutispora ordonenzii Archangelsky y Gamarro 1979 (figura 2.T)
Cyclogranisporites microgranulatus (Menéndez y Azcuy) Archangelsky y Gamarro 1979 (figura 2.E)
Dibolisporites disfacies Jones y Truswell 1992 (figura 2.D)
Granaspores medius (Dybová & Jachovicz) Ravn, Butterworth, Phillips y Peppers 1986 (figura 2.N)
Granulatisporites micronodosus Balme y Hennelly 1956 (figura 2.G)
Granulatisporites varigranifer Azcuy 1975 (figura 2.H)
Leiotriletes directus Balme y Hennelly 1956 (figura 2.A)
Punctatisporites gretensis Balme y Hennelly 1956 (figura 2.M)
Punctatisporites irrasus Hacquebard 1957 (figura 2.L)
Punctatisporites priscus Foster 1979 (figura 2.B)
Raistrickia paganciana Azcuy 1975 (figura 3.C)
Retusotriletes simplex Naumova 1953 (figura 3.A)
Verrucosisorites andersonii Backhouse 1988 (figura 2.P)
Verrucosisorites patelliformis (Menéndez) Gutiérrez 1988 (figura 2.I)
Verrucosisorites verrucosus (Ibrahim) Ibrahim 1933 (figura 2.R)

Esporas trilete cavadas cingulizonadas

- Cristatisporites inconstans* Archangelsky y Gamarro 1979 (figura 3.K)
Krauselisporites splendens (Balme y Hennelly) Segroves 1970 (figura 3.F)
Lundbladispora braziliensis (Pant y Srivastava) Marques-Toigo y Pons emend. M.-Toigo y Picarelli 1984 (figura 3.N)
Lundbladispora riobonitensis Marques-Toigo y Picarelli 1984 (figura 3.O)
Reticulatisporites passaspectus Ottone 1991 (figura 3.D)
Reticulatisporites pseudopalliatum Staplin 1960 (figura 2.Q)
Reticulatisporites reticulatus (Ibrahim) Ibrahim 1933 (figura 3.B)
Vallatisporites arcuatus (Marques-Toigo) Archangelsky y Gamarro 1979 (figura 3.H)
Vallatisporites ciliaris (Luber) Sullivan 1964 (figura 3.J)
Vallatisporites russoi Archangelsky y Gamarro 1979 (figura 3.E)

Esporas trilete pseudosacadas

- Endosporites rhytidossaccus* Menéndez y Azcuy 1973 (figura 3.L)
Rugospora australiensis (Playford y Helby) Jones y Truswell 1992 (figura 3.I)

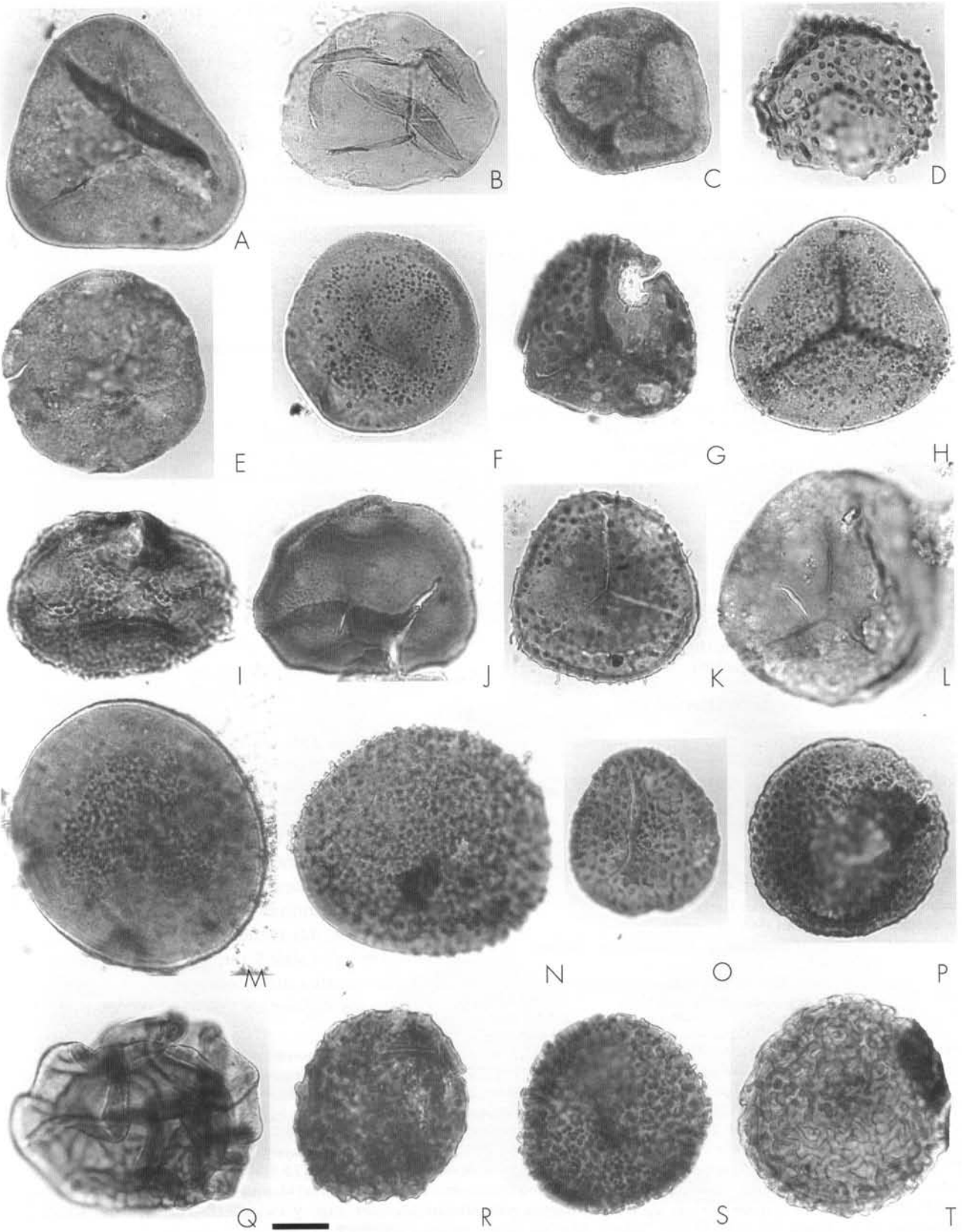
Esporas monolete

- Punctatosporites granifer* (Potonié y Kremp 1956) Alpern y Doubinger 1973 (figura 4.B)
Thymospora pseudothiessenii (Kosanke) Wilson y Venkatachala emend. Alpern y Doubinger 1973 (figura 4.A)

Granos monosacados

- Caheniasaccites flavatus* Bose y Kar emend. Azcuy y di Pasquo 2000 (figuras 4.O y 4.P)
Cannanoropollis janakii Potonié y Sah 1960 (figura 4.I)
Cannanoropollis densus (Lele) Bose y Maheshwari 1968 (figura 4.N)
Cannanoropollis triangularis (Mehta) Bose y Maheshwari 1968 (figura 4.F)
Circumplicatipollis plicatus Ottone y Azcuy 1988 (figura 5.C)
Circumplicatipollis stigmatus (Lele y Karim) Ottone y Azcuy 1988 (figura 5.Q)
Crucisaccites monoletus Maithy 1965 (figura 5.I)
Divarisaccus stringoplicatus Ottone 1991 (figura 5.H)
Plicatipollenites malabarensis (Potonié y Sah) Foster 1976 (figura 4.G)
Plicatipollenites gondwanensis (Balme y Hennelly) Lele 1964 (figura 4.L)
Plicatipollenites trigonalis Lele 1964 (figura 4.J)
Potonieisporites barrelii Tiwari 1965 (figura 5.M)
Potonieisporites brasiliensis (Nahuys, Alpern e Ybert) Archangelsky y Gamarro 1979 (figura 5.N)
Potonieisporites congoensis Bose y Maheshwari 1968 (figura 4.B)
Potonieisporites densus Maheshwari 1967 (figura 5.L)

Figura 2. A, *Leiotriletes directus* Balme y Hennelly, BAFC-PI 1271(1) EF V60. B, *Punctatisporites priscus* Foster, BAFC-PI 1261(4) EF B52/2. C, *Apiculiretusispora alonsoi* Ottone, BAFC-PI 1272(1) EF X40. D, *Dibolisporites disfacies* Jones y Truswell, BAFC-PI 1272(1) EF T47. E, *Cyclogranisporites microgranulatus* (Men. y Azc.) Archangelsky y Gamarro, BAFC-PI 1262(1) EF M58/4. F, *Calamospora ? ubischii* Foster, BAFC-PI 1271(3) EF A29. G, *Granulatisporites micronodosus* Balme y Hennelly, BAFC-PI 1272(1) EF X21/3. H, *Granulatisporites varigranifer* Azcuy, BAFC-PI 1271(2) EF Q21/1-3. I, *Verrucosisorites patelliformis* (Menéndez) Gutiérrez, BAFC-PI 1261(3) EF Z60/3. J, *Apiculatasporites parviapiculatus* Azcuy, BAFC-PI 1272(1) EF X57. K, *Brevitriletes levis* (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Srivastava 1969; BAFC-PI 1271(2) EF J38. L, *Punctatisporites irrasus* Hacquebard, BAFC-PI 1272(1) EF N50/1. M, *Punctatisporites gretensis* Balme y Hennelly, BAFC-PI 1271(2) EF F26. N, *Granaspores medius* (Dybová y Jachovicz) Ravn, Butterworth, Phillips y Peppers, BAFC-PI 1271(3) EF Z28/4. O, *Anapiculatisporites* sp. cf. *A. argentinensis* Azcuy, BAFC-PI 1261(3) EF D41. P, *Verrucosisorites andersonii* Backhouse, BAFC-PI 1271(4) EF N31. Q, *Reticulatisporites pseudopalliatum* Staplin, BAFC-PI 1271(3) EF B54/3. R, *Verrucosisorites verrucosus* (Ibrahim) Ibrahim, BAFC-PI 1272(1) EF Z36/2. S, *Convolutispora globosa* Ottone, BAFC-PI 1271(3) EF X43. T, *Convolutispora ordonenzii* Archangelsky y Gamarro, BAFC-PI 1271(3) EF A45. Todas / All x 750. Escala gráfica / scale bar = 13,5 um.



Potoniopsis magnus Lele y Karim 1971 (figura 5.D)
Potoniopsis neglectus Potonié y Lele 1961 (figura 4.H)
Potoniopsis novicus Bhardwaj 1954 emend. Poort y Veld 1997 (figura 5.A)
Potoniopsis triangulatus Tiwari 1965 (figura 4.K)

Granos bisacados

Limitisporites hexagonalis Bose y Maheshwari 1968 (figura 5.F)
Limitisporites rectus Leschik 1956 (figura 5.J)
Platysaccus trumpii Ottone 1989 (figura 5.E)

Granos praecolpados

Marsupipollenites triradiatus Balme y Hennelly 1956 (figura 5.G)

Algas clorofíceas

Botryococcus braunii Kützing 1849 (figura 5.K)
Brazilea scissa (Balme y Hennelly) Foster 1975 (figura 4.C)
Quadrisporites horridus Hennelly ex Potonié y Lele 1961 (figura 4.E)
Tetraporina tetragona (Pant y Mehra) Kar y Bose 1976 (figura 4.D)

Acritarcas

Deusilites tenuistriatus Gutierrez, Césari y Archangelsky 1997 (figura 4.M)
Greinerovillites sp. (figura 3.P)

Palinomorfos autóctonos

Esporas acavadas

Acinosporites ledundae Ottone 1996
Apiculiretusispora brandtii Streele 1964 (= *A. nitida* Owens 1971)
Convolutispora circumvallata Clayton 1971
Convolutispora vermiformis Hughes y Playford 1961
Emphanisporites hibernicus Clayton, Higgs y Keegan 1977
Emphanisporites rotatus McGregor 1961
Emphanisporites sp.
Knoxisporites heredatus (Ishchenko) Playford 1962
Lophozonotriletes torosus Naumova 1953
Lophozonotriletes sp. cf. *L. media* Taugourdeau-Lantz 1967
Reticulatisporites peltatus Playford 1962
Retusotriletes crassus Clayton et al. 1980
Verrucosisorites nitidus (Naumova) Playford 1963
Verrucosisorites scurrus (Naumova) McGregor y Camfield 1982

Esporas pseudosacadas

Ancyrospora langi (Taugourdeau-Lantz) Allen 1965
Auroraspora macra Sullivan 1968
Colatisporites decorus (Bhardwaj y Venkatachala) Williams in Neves et al. 1973
Endosporites longiradiatus Menéndez y Pöthe de Baldis 1967
Geminispora lemurata Balme emend. Playford 1983

Grandispora mammillata Owens 1971
Grandispora pseudoreticulata (Menéndez y Pöthe de Baldis) Ottone 1996
Retispora lepydophyta (Kedo) Playford 1976
Samarisporites triangulatus Allen 1965

Prasinophyceae

Dictyotidium cavernosulum Playford 1977
Dictyotidium variatum Playford 1977
Duvernaysphaera tessella Deunff 1964
Leiosphaeridia sp.
Maranhites brasiliensis Brito 1965 emend. Burjack y Oliveira 1989
Maranhites insulatus Burjack y Oliveira 1989
Maranhites mosesi (Sommer) Brito emend. Burjack y Oliveira 1989
Orygmahapsis pachyderma Colbath 1990
Pterospermella pernambucensis (Brito) Eisenack et al. 1973
Pterospermella tenellula Playford 1981
Tasmanites sp.

Algas clorofíceas

Quadrisporites granulatus (Cramer) Ströther 1991

Acritarcas

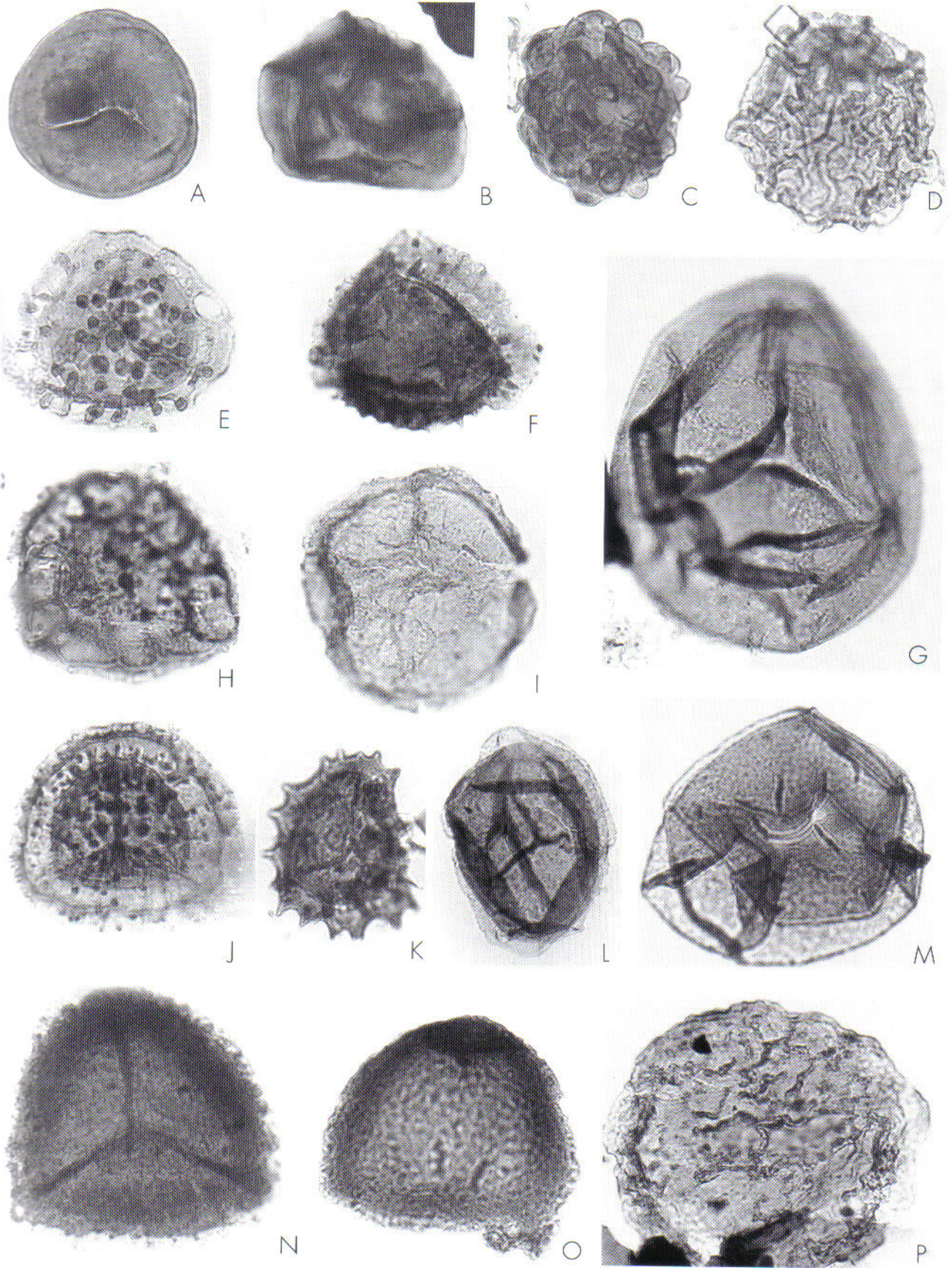
Arkonites bilixus Legault 1973
Exochoderma arca Wicander y Wood 1981
Gorgonisphaeridium winslowiae Staplin et al. 1965
Gorgonisphaeridium spp.
Polygonium barredae Ottone 1996
Verhyachium polyaster Staplin 1961

Características de la asociación, edad y correlaciones

El conjunto de palinomorfos autóctonos, obtenido de pelitas oscuras del Miembro Yaguacua de la Formación San Telmo, se encuentra relativamente bien preservado. Está compuesto en su mayoría por granos de polen monosacado y esporas trilete lisas, cingulizadas y apiculadas, en tanto se hallan subordinadas las esporas trilete murornadas, pseudosacadas, las esporas monoete ornamentadas y los granos de polen bisacado. Con respecto a los elementos del paleomicroplancton, *Botryococcus* y *Tetraporina* son los géneros dominantes en las cuatro muestras.

Sobre la base del recuento de aproximadamente 200 ejemplares por *slide* y tomando como 100% el total de palinomorfos autóctonos más los redepositados, surgen los siguientes porcentajes promedio de

Figura 3. A, Retusotriletes simplex Naumova, BAFC-PI 1261(3) EF F54/1. **B, Reticulatisporites reticulatus** (Ib.) Ibrahim, BAFC-PI 1272(2) EF M30/4. **C, Raistrickia paganciana** Azcuy, BAFC-PI 1262(1) EF V30. **D, Reticulatisporites passaspectus** Ottone, BAFC-PI 1271(2) EF F44/2. **E, Vallatisporites russoi** Archangelsky y Gamero, BAFC-PI 1271(4) EF M45. **F, Kraeuselisporites splendens** (Balme y Hennelly) Segroves, BAFC-PI 1271(3) EF S55/2. **G y M, Calamospora hartungiana** Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, **G**, BAFC-PI 1271(1) EF K56; **M**, 1271(3) B50/3. **H, Vallatisporites arcuatus** (Marques-Toigo) Archangelsky y Gamero, BAFC-PI 1261(4) EF V46. **J, Vallatisporites ciliaris** (Luber) Sullivan, BAFC-PI 1271(3) EF B16/2. **K, Cristatisporites inconstans** Archangelsky y Gamero, BAFC-PI 1271(2) EF S19/3. **L, Endosporites rhytidossaccus** Menéndez y Azcuy, BAFC-PI 1272(1) EF Z37. **N, Lundbladisporea brasiliensis** (Pant y Srivastava) Marques-Toigo y Pons emend. M.-Toigo y Picarelli, BAFC-PI 1271(4) EF W33/1. **O, Lundbladisporea riobonitensis** Marques-Toigo y Picarelli, BAFC-PI 1271(3) K17/2. **P, Greinerovillites** sp.; BAFC-PI 1261(4) EF A25. Todas / All x 750. Escala gráfica / scale bar = 13,5 um.



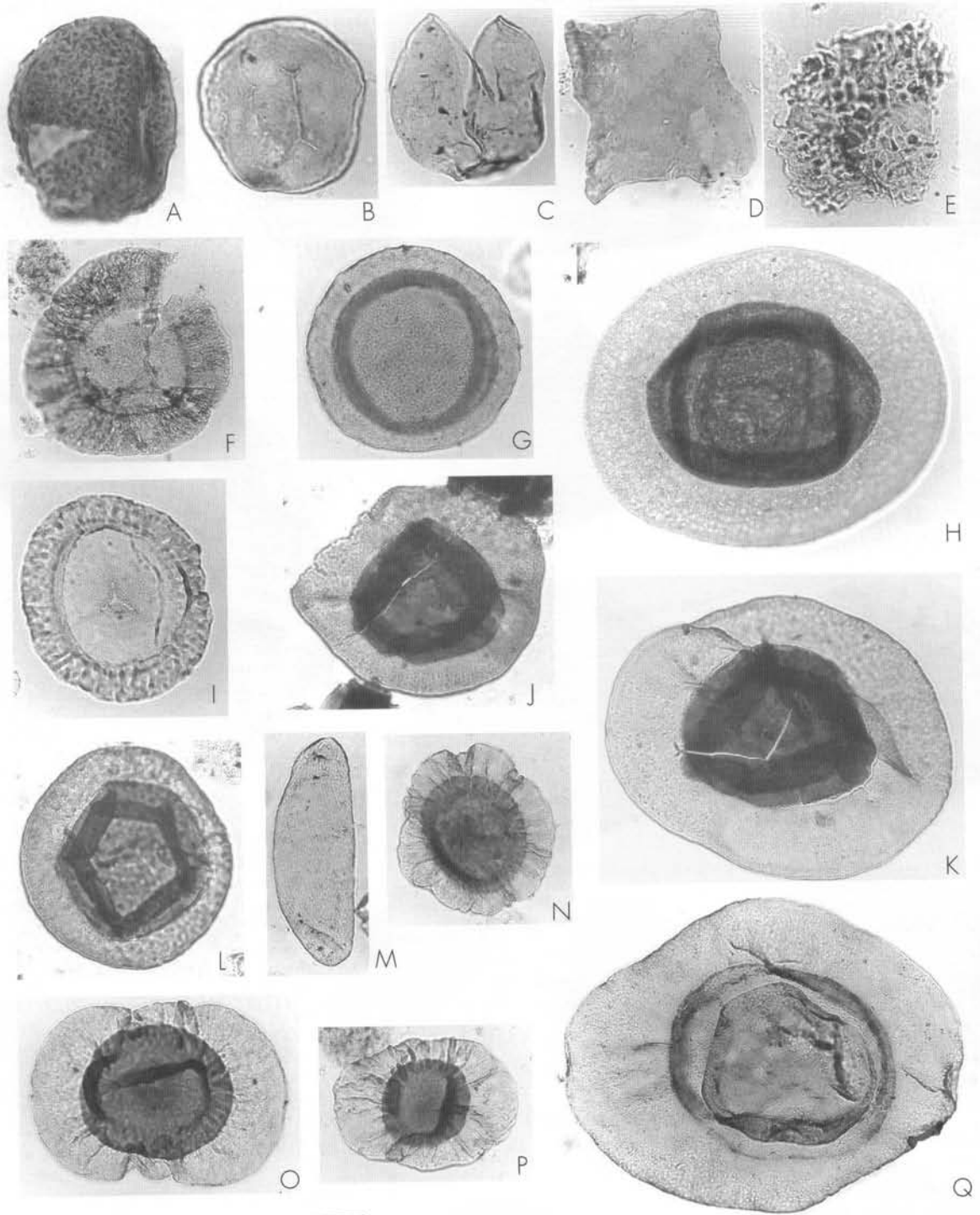


Figura 4. A, *Thymospora pseudothiessenii* (Kosanke) Wilson y Venkatachala emend. Alpern y Doubinger, BAFC-PI 1272(2) EF X37/1. B, *Punctatosporites granifer* (Potonié y Kremp 1956) Alpern y Doubinger, BAFC-PI 1272(1) EF B29/2. C, *Brazilea scissa* (Balme y Hennelly) Foster, BAFC-PI 1262(1) EF U41. D, *Tetraporina tetragona* (Pant y Mehra) Kar y Bose, BAFC-PI 1272(2) X58/2. E, *Quadrisporites horridus* Hennelly ex Potonié y Lele, BAFC-PI 1272(1) EF N32/2. F, *Cannanoropollis triangularis* (Mehta) Bose y Maheshwari, BAFC-PI 1271(1) EF P60. G, *Plicatipollenites malabarensis* (Potonié y Sah) Foster, BAFC-PI 1271(4) EF N30/3. H, *Plicatipollenites trigonalis* Potonié y Lele, BAFC-PI 1271(4) EF T31/4. I, *Cannanoropollis janakii* Potonié y Sah, BAFC-PI 1271(3) EF Y32/2. J, *Plicatipollenites trigonalis* Potonié y Lele, BAFC-PI 1271(4) EF T31/4. K, *Potonieisporites triangulatus* Tiwari, BAFC-PI 1271(4) EF U32/3. L, *Plicatipollenites gondwanensis* (Balme y Hennelly) Lele, BAFC-PI 1271(1) EF L60/4. M, *Deusilites tenuistriatus* Gutierrez, Césari y Archangelsky, BAFC-PI 1271(2) EF W23/3. N, *Cannanoropollis densus* (Lele) Bose y Maheshwari, BAFC-PI 1271(1) EF Y34/3. O y P, *Caheniasaccites flavatus* Bose y Kar emend. Azcuy y di Pasquo, O, BAFC-PI 1271(3) EF E27/1, P, 1271(1) Y32/4. Q, *Circumplicatipollis stignatus* (Lele y Karim) Ottone y Azcuy, BAFC-PI 1271(4) EF C37/1. Figuras / figures A-E, x 750, escala gráfica / scale bar = 13,5 µm. Figuras / figures F-Q, x 400, escala gráfica / scale bar = 26,3 µm.

Cuadro 2. A. distribución cuantitativa de las especies autóctonas reconocidas en cada una de las cuatro muestras estudiadas. La frecuencia de cada taxón se ha calculado sobre 200 ejemplares aproximadamente por muestra. El rango de frecuencia se expresa en letras y es el siguiente: E - escaso - < 1,5 %; P - presente - entre 1,5 y 5,0 %; F - frecuente - > 5,0%. El * indica la primera cita del taxón en la Argentina. La columna Figura indica la ubicación de la ilustración / *Quantitative distribution of the indigenous species recognized in each one of the four studied samples. The frequency of each taxon has been calculated approximately on 200 specimens per sample. The range of frequency is expressed in letters and it is the following one: E - scarce - <1,5%; P - present - between 1,5 and 5,0%; F - frequent - > 5,0%. The * it indicates the first mention of the taxon in Argentina. The column "Figura" indicates the location of the illustration.* **B.** distribución cuantitativa de las especies redepositadas reconocidas en cada una de las cuatro muestras estudiadas. La frecuencia de cada taxón se ha calculado sobre aproximadamente 200 ejemplares por muestra. El rango de frecuencia se expresa en letras y es el siguiente: E - escaso - < 1,5 %; P - presente - entre 1,5 y 5,0 %; F - frecuente - > 5,0% / *Quantitative distribution of reworked species recognized in each one of the four studied samples. The frequency of each taxon has been calculated approximately on 200 specimens per sample. The range of frequency is expressed in letters and it is the following one: E - scarce - <1,5%; P - present - between 1,5 and 5,0%; F - frequent - > 5,0%.*

LOCALIDAD		Sierra SAN ANTONIO			
UNIDAD ESTRATIGRÁFICA		Formación SAN TELMO			
No. Figura	Especies \ Muestras (BAFC-PI)	1271	1272	1261	1262
1	2.O <i>Anapiculatisporites</i> sp. cf. <i>A. argentinensis</i>				E
2	2.J <i>Apiculatisporites parviapiculatus</i>		P		
3	2.C <i>Apiculiretusispora alonsoi</i>		E		
4	2.K <i>Brevitriteles levis</i>	E	E		
5	2.F * <i>Calamospora ? ubischii</i>	P			
6	3.G y M <i>Calamospora hartungiana</i>	F	E		P
7	2.S <i>Convolutispora globosa</i>	E	E		E
8	2.T <i>Convolutispora ordonezii</i>	E			
9	3.K <i>Cristatisporites inconstans</i>	P			
10	2.E <i>Cyclogranisporites microgranulatus</i>			E	F
11	2.D * <i>Dibolisporites disfacies</i>		E	E	E
12	3.L <i>Endosporites rhytidossaccus</i>		E		E
13	2.N <i>Granaspores medius</i>	F			
14	2.G <i>Granulatisporites micronodosus</i>		E		
15	2.H <i>Granulatisporites varigranifer</i>	P			
16	3.F <i>Kraeuselisporites splendens</i>	E	P	E	
17	2.A <i>Leiotriteles directus</i>	E			E
18	3.N <i>Lundbladispota braziliensis</i>	E			P
19	3.O <i>Lundbladispota riobonitensis</i>	E			E
20	2.M <i>Punctatisporites gretensis</i>	E	P	P	E
21	2.L <i>Punctatisporites irrasus</i>		E	P	
22	2.B <i>Punctatisporites priscus</i>	E		E	E
23	4.B <i>Punctatosporites granifer</i>		E		
24	3.C <i>Raistrickia paganciana</i>			E	
25	3.D <i>Reticulatisporites passaspectus</i>	E	E		
26	2.Q <i>Reticulatisporites pseudopalliatas</i>	E			
27	3.B <i>Reticulatisporites reticulatus</i>	E			
28	3.A <i>Retusotriteles simplex</i>		E	P	E
29	3.I * <i>Rugospora australiensis</i>	P	P	P	
30	4.A <i>Thymospora pseudothiesseni</i>		E		
31	3.H <i>Vallatisporites arcuatus</i>		E		P
32	3.J <i>Vallatisporites ciliaris</i>		E		E
33	3.E <i>Vallatisporites russoi</i>	E		E	
34	2.P <i>Verrucosiporites andersonii</i>	E	E		
35	2.I <i>Verrucosiporites patelliformis</i>			E	E
36	2.R <i>Verrucosiporites verrucosus</i>		E		
37	4.O y P <i>Caheniasaccites flavatus</i>	P	P		
38	4.N <i>Cannanoropollis densus</i>	P	P		
39	4.I <i>Cannanoropollis janakii</i>	P	P		P
40	4.F <i>Cannanoropollis triangularis</i>	E			E
41	5.C <i>Circumplicatipollis plicatus</i>	P			
42	4.Q <i>Circumplicatipollis stigmatus</i>	E	E		
43	5.I <i>Crucisaccites monoletus</i>	P	E		
44	5.H <i>Divarisaccus stringoplicatus</i>	P	P	P	P
45	5.F <i>Limitisporites hexagonalis</i>	E			
46	5.J <i>Limitisporites rectus</i>	P			
47	5.G <i>Marsupipollenites triradiatus</i>	E			E
48	5.E <i>Platysaccus trumpii</i>	P			
49	4.L <i>Plicatipollenites gondwanensis</i>	P			
50	4.G <i>Plicatipollenites malabarensis</i>	P	P	F	P
51	4.J <i>Plicatipollenites trigonalis</i>	E	E		
52	5.M <i>Potonieisporites barrelis</i>	P	E		
53	5.N <i>Potonieisporites brasiliensis</i>	P			
54	5.B <i>Potonieisporites congoensis</i>	E	E		
55	5.L <i>Potonieisporites densus</i>	P			
56	5.D <i>Potonieisporites magnus</i>	P	E	E	
57	4.H <i>Potonieisporites neglectus</i>	P		E	P
58	5.A <i>Potonieisporites novicus</i>	P	P	P	P
59	4.K <i>Potonieisporites triangulatus</i>	E	E	E	
60	5.K <i>Botryococcus braunii</i>	E	P	F	P
61	4.C <i>Brazilea scissa</i>		P		P
62	4.M <i>Deusilites tenuistriatus</i>	E	P	E	
63	3.P <i>Greinerovillites</i> sp.	E	E	E	
64	4.E <i>Quadrifurcatus horridus</i>		P		E
65	4.D <i>Tetraporina tetragona</i>		P	F	F

LOCALIDAD		Sierra SAN ANTONIO			
UNIDAD ESTRATIGRÁFICA		Formación SAN TELMO			
ESPECIES \ MUESTRAS (BAFC-PI)	1271	1272	1261	1262	
66 <i>Acinosporites ledundae</i>			E	E	
67 <i>Ancyrospora langi</i>				P	
68 <i>Apiculiretusispora brandtii</i> (= <i>A. nitida</i>)		P	E		
69 <i>Auroraspora macra</i>				E	
70 <i>Colatisporites decorus</i>		E	E	E	
71 <i>Convolutispora circumvallata</i>				E	
72 <i>Convolutispora vermiformis</i>		E			
73 <i>Emphanisporites hibernicus</i>				E	
74 <i>Emphanisporites rotatus</i>		E	E	E	
75 <i>Emphanisporites</i> sp.		P	P	E	
76 <i>Endosporites longiradiatus</i>			E		
77 <i>Geminispora lemurala</i>		P	F	F	
78 <i>Grandispora mammillata</i>				E	
79 <i>Grandispora pseudoreticulata</i>		P	E	P	
80 <i>Grandispora</i> spp.		E	F		
81 <i>Knoxisporites heredatus</i>				P	
82 <i>Lophozonotriteles torosus</i>			E		
83 <i>Lophozonotriteles</i> sp. cf. <i>L. media</i>				E	
84 <i>Reticulatisporites peltatus</i>			P	E	
85 <i>Retispora lepydophyta</i>		E		E	
86 <i>Retusotriteles crassus</i>		E			
87 <i>Samarisporites triangulatus</i>			E	E	
88 <i>Verrucosiporites nitidus</i>				E	
89 <i>Verrucosiporites scurrus</i>			E		
90 <i>Arkonites bilixus</i>			E		
91 <i>Dictyotidium cavernosulum</i>			E		
92 <i>Dictyotidium variatum</i>			E		
93 <i>Duvernaysphaera tessela</i>				E	
94 <i>Exochoderma arca</i>			E		
95 <i>Gorgonisphaeridium</i> spp.			P		
96 <i>Gorgonisphaeridium winslowiae</i>			E		
97 <i>Leiosphaeridia</i> sp.			P		
98 <i>Maranhites brasiliensis</i>		E	E	E	
99 <i>Maranhites insulatus</i>				E	
100 <i>Maranhites mosesi</i>				E	
101 <i>Orygmahapsis pachyderma</i>				E	
102 <i>Polygonium barredae</i>				E	
103 <i>Pterospemella pernambucensis</i>			E		
104 <i>Pterospemella tenellula</i>			E		
105 <i>Quadrifurcatus granulatus</i>		E	E		
106 <i>Tasmanites</i> sp.				E	
107 <i>Verhyachium polyaster</i>		E			

Cuadro 3. Rango bioestratigráfico de las especies seleccionadas presentes en la Formación San Telmo, tomado principalmente de registros previos de cuencas gondwánicas del sur de América del Sur. Carbonífero Tardío temprano (Namuriano B-C-Westfaliano; Carbonífero Tardío tardío (Estefaniano; Pérmico Temprano = Asseliano-Kunguriano / *Biostratigraphic range of selected species present in the San Telmo Formation, mainly considering its previous records from gondwanic basins of southern South America. Early Late Carboniferous (Namurian B-C-Westphalian; late Late Carboniferous (Stephanian; Early Permian = Asselian-Kungurian.*

CARBONÍFERO		PÉRMICO	CRONOESTRATIGRAFÍA
TARDÍO		TEMPRANO	
TEMPRANO	TARDÍO	TEMPRANO	ESPECIES
			<i>Granulatisporites parvus</i>
			<i>Pustulatisporites papillosus</i>
			<i>Cristatisporites spinosus</i>
			<i>Gondwanapollis</i> sp. cf. <i>G. frenguelli</i>
			<i>Apiculatisporis aculeatus</i>
			<i>Equisetosporites argentinensis</i>
			<i>Dibolisporites disfacies</i>
			<i>Lophotriletes discordis</i>
			<i>Cristatisporites scabiosus</i>
			<i>Cristatisporites inconstans</i>
			<i>Convolutispora ordonenzii</i>
			<i>Lundbladisporea braziliensis</i>
			<i>Granulatisporites austroamericanus</i>
			<i>Verrucosisporites andersonii</i>
			<i>Crucisaccites monoletus</i>
			<i>Limitisporites hexagonalis</i>
			<i>Limitisporites rectus</i>
			<i>Deusilites tenuistriatus</i>
			<i>Marsupipollenites triradiatus</i>
			<i>Reticulatisporites pseudopaliiatus</i>
			<i>Thymospora pseudothiessenii</i>
			<i>Platysaccus trumpii</i>
			<i>Kraeuselisporites splendens</i>
			<i>Punctatisporites priscus</i>
			<i>Brevitriletes levis</i>
			<i>Calamospora ? ubischii</i>

material autóctono: 30,6% de esporas, 38,9% de granos de polen y 10,2% de algas. Estos valores representan un conjunto autóctono de 79,7%, mientras que dentro del conjunto de formas redepositadas se reconocen 14,4% de esporas y 5,9% de acritarcas y prasinofitas lo cual representa 20,3%. Porcentuales de los componentes citados en cada muestra también pueden consultarse en el cuadro 1. La distribución cuantitativa de las especies autóctonas y redepositadas reconocidas en cada una de las 4 muestras puede consultarse en los cuadros 2.A y 2.B.

El registro palinológico previo de las especies aquí determinadas e ilustradas, reconocidas en otras localidades de la Cuenca Tarija como así también en otras cuencas argentinas y del resto del Gondwana, ha permitido establecer con relativa precisión su extensión estratigráfica. Hasta la fecha sólo dos localidades han brindado palinomorfos en la Formación San Telmo: la que aquí se discute y la localidad río Caraparí en la sierra de Aguara Güe (di Pasquo y Azcuy, 1997a, 1999; di Pasquo, 1999; Azcuy y di Pasquo, 2000). El cuadro 3 muestra el rango estratigráfico de algunas especies seleccionadas que ocurren en el Miembro Yaguacuá de la Formación San Telmo en ambas localidades. Esta información permite acotar la edad de la asociación presente en el anticlinal San Pedro a fines del Carbonífero Tardío (Estefaniano ?) sin descartar la posibilidad que el resto de la unidad alcance el Pérmico Temprano. Asimismo, es conveniente destacar que por encima de las muestras estudiadas (véase la figura 1.B), se registran alrededor de 250 m de sedimentitas que conforman la parte superior de la Formación San Telmo.

Por otra parte, la presencia de 10 especies comunes entre la asociación del anticlinal San Pedro y la reconocida en la base del Miembro Yaguacuá de la Formación San Telmo en el río Caraparí (muestras BAFC-PI 446, 1260 y 445; di Pasquo y Azcuy, 1997a, 1999b; di Pasquo, 1999; Azcuy y di Pasquo, 2000), permite establecer una correlación entre ambas asociaciones. Sólo dos especies, *Punctatisporites priscus* y *Dibolisporites disfacies*, se registran también en la Formación Escarpment, mientras que las restantes, *Brevitriletes levis*, *Deusilites tenuistriatus*, *Kraeuselisporites splendens*, *Limitisporites rectus*, *Lundbladisporea braziliensis*, *Marsupipollenites triradiatus*, *Platysaccus trumpii* y *Thymospora pseudothiessenii*, son formas exclusivas de la asociación aquí estudiada hallada en la Formación San Telmo en las localidades arriba citadas (véase el cuadro 4).

Cabe señalar la infaltable presencia de palinomorfos redepositados en capas del Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija, lo cual se comprueba en los niveles aquí estudiados donde fueron determinadas especies que provendrían principalmente de niveles givetianos - frasnianos. Se destacan entre las esporas: *Acinosporites ledundae*, *Ancyrospora langi*, *Apiculiretusispora brandtii* (= *A. nitida*), *Emphanisporites rotatus*, *Geminosporea lemurata*, *Grandispora mammillata*, *Grandispora pseudoreticulata*, *Grandispora* spp., *Samarisporites triangulatus*, *Verrucosisporites scurrus*; entre las prasinofitas: *Maranhites brasiliensis*, *Duvernaysphaera tessella* y *Pterospermella pernambucensis* y entre los acritarcas: *Arkonites bilixus*, *Exochoderma arca* y varias especies del género *Gorgonisphaeridium*.

En menor proporción aparecen especies del

Fameniano-Struniano como *Emphanisporites hibernicus*, *Gorgonisphaeridium winslowiae*, *Lophozonotriletes torosus*, *Retispora lepydophyta* y del Carbonífero Temprano como *Auroraspora macra*, *Convolutispora circumvallata*, *Knoxisporites heredatus*, *Reticulatisporites peltatus*, *Retusotriletes crassus* y *Verrucosisporites nitidus* (véase la lista de especies y el cuadro 2).

La presencia de este conjunto de palinomorfos sugiere, como fuera expresado por di Pasquo y Azcuy (1997b) y Azcuy y di Pasquo (1999), la existencia de eventos tectónicos y glaciales que dieron origen a paleovalles y depocentros en los que se "redepositaron" durante el Carbonífero Tardío, los materiales erodados del Devónico y Carbonífero Temprano con su

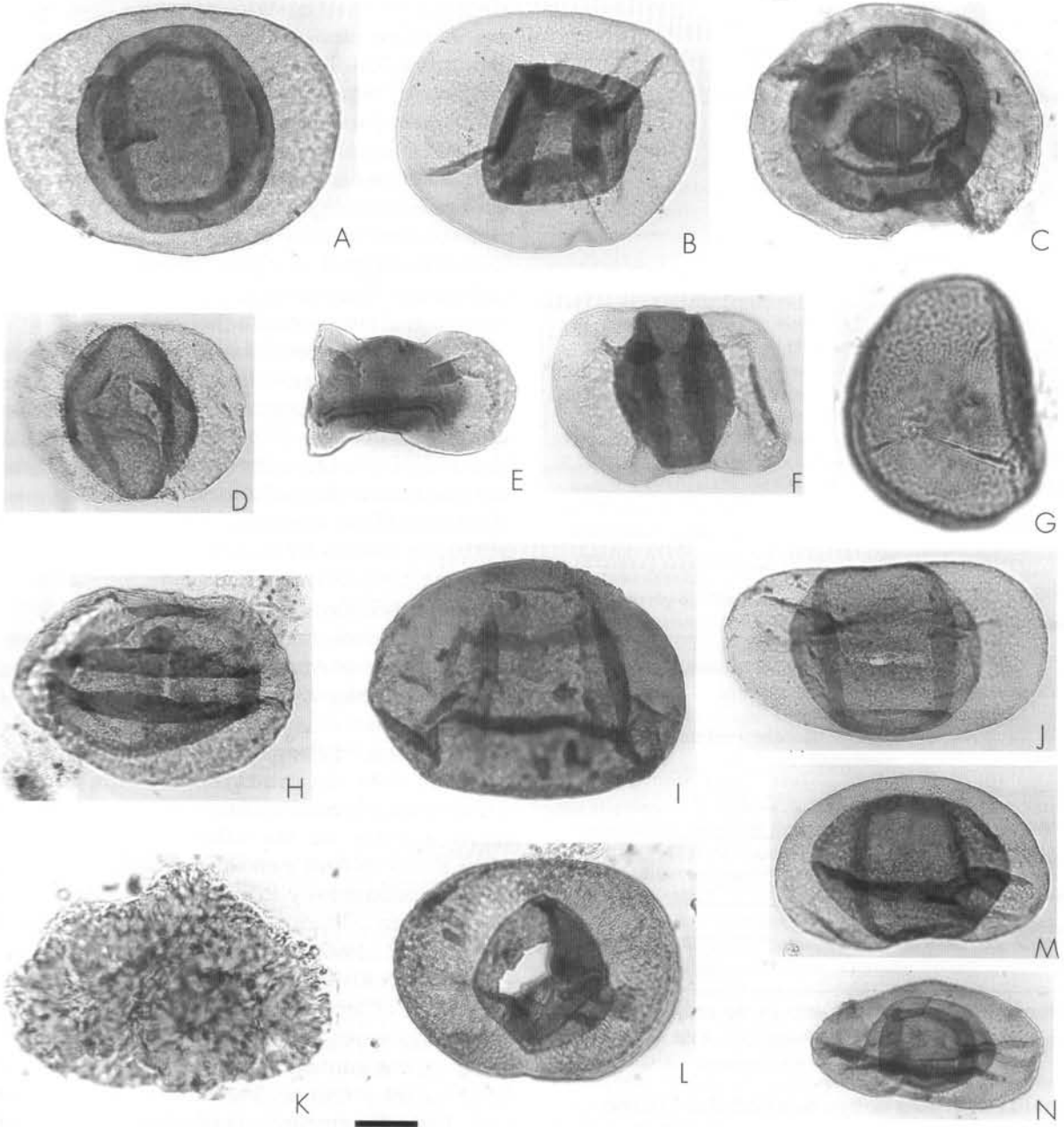


Figura 5. A, *Potonieisporites novicus* Bhardwaj emend. Poort y Veld, BAFC-PI 1271(3) EF Z20. B, *Potonieisporites congoensis* Bose y Maheshwari, BAFC-PI 1271(3) EF H17/2. C, *Circumplicatipollis plicatus* Ottone y Azcuy, BAFC-PI 1271(1) EF B60/4. D, *Potonieisporites magnus* Lele y Karim, BAFC-PI 1271(3) EF Z44/4. E, *Platysaccus trumpii* Ottone, BAFC-PI 1271(3) EF B28/2. F, *Limitisporites hexagonalis* Bose y Maheshwari, BAFC-PI 1271(4) EF W19. G, *Marsupipollenites triradiatus* Balme y Hennelly, BAFC-PI 1271(1) EF X30/4. H, *Divarisaccus stringoplicatus* Ottone, BAFC-PI 1271(1) EF N22/4. I, *Crucisaccites monoletus* Maithy, BAFC-PI 1271(4) EF D29/1. J, *Limitisporites rectus* Leschik, BAFC-PI 1271(4) EF K28/3. K, *Botryococcus braunii* Kützing, BAFC-PI 1272(2) EF B21/1. L, *Potonieisporites densus* Maheshwari, BAFC-PI 1271(1) EF A56. M, *Potonieisporites barrelis* Tiwari, BAFC-PI 1271(4) EF K32/1. N, *Potonieisporites brasiliensis* (Nahuys, Alpern e Ybert) Archangelsky y Gamarro, BAFC-PI 1271(1) EF C59/1. Figuras / figures G, K, x 750, escala gráfica / scale bar = 13,5 um. Figuras / figures A-F, H-J, L-N, x 400, escala gráfica / scale bar = 26,3 um.

Cuadro 4. Especies seleccionadas reconocidas en la Formación San Telmo en las secciones aflorantes en San Pedro (sierra San Antonio, este trabajo) y río Caraparí (sierra Aguaraquí). Se destacan en la parte media del cuadro aquellas especies comunes a ambas asociaciones. Las especies con * indican su presencia también en la Formación Escarpment en la sierra Aguaraquí / *Selected species from the San Telmo Formation in the San Pedro (San Antonio range, this paper) and Caraparí river (Aguaraquí range) outcrops. In the half part it stands out those species that are common to both sections. The species with *, they also indicate their presence in the Escarpment Formation in the sierra Aguaraquí.*

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	FORMACIÓN SAN TELMO	
	LOCALIDAD	Sa. Aguar.
* <i>Calamospora ? ubischii</i>		
* <i>Convolvutispora ordonenzii</i>		
* <i>Cristatisporites inconstans</i>		
<i>Crucisaccites monoletus</i>		
<i>Limitisporites hexagonalis</i>		
<i>Reticulatisporites pseudopalliatius</i>		
<i>Verrucosisporites andersonii</i>		
<i>Brevitriletes levis</i>		
<i>Deusilites tenuistriatus</i>		
* <i>Dibolisporites disfacies</i>		
<i>Kraeuselisporites splendens</i>		
<i>Limitisporites rectus</i>		
<i>Lundbladispota braziliensis</i>		
<i>Marsupipollenites triradiatus</i>		
<i>Platysaccus trumpii</i>		
* <i>Punctatisporites priscus</i>		
<i>Thymospora pseudothiessenii</i>		
<i>Apiculatisporis aculeatus</i>		
<i>Cristatisporites scabiosus</i>		
<i>Cristatisporites spinosus</i>		
<i>Equisetosporites argentinensis</i>		
<i>Gondwanapollis</i> sp. cf. <i>G. frenguelli</i>		
<i>Granulatisporites austroamericanus</i>		
<i>Granulatisporites parvus</i>		
<i>Lophotriletes discordis</i>		
<i>Pustulatisporites papillosus</i>		

contenido palinológico a través de redes de drenaje principalmente fluvial (di Pasquo y Azcuy, 1999b).

Consideraciones sobre la edad del Grupo Mandiyutí

Desde la realización de los primeros estudios palinológicos efectuados en la parte argentina de la Cuenca Tarija (Azcuy y Laffitte, 1981), quedó claramente demostrado que la edad del Grupo Mandiyutí, tanto en Argentina como en el sur de Bolivia, no podía ser más antigua que Carbonífero Tardío. Esta edad estuvo apoyada por dos evidencias

paleontológicas irrefutables: a) la presencia en las capas de esa unidad litológica de abundantes granos de polen monosacados provenientes de gimnospermas primitivas cuya aparición en todo el mundo, pero con muy escasa representación, ocurre en el límite Missisippiano-Pennsylvaniano o considerando la columna de Europa Occidental, entre el Namuriano A y el Namuriano B (Clayton *et al.*, 1990; Clayton, 1996), y b) el valor cronológico de las especies halladas en esas capas (listadas más arriba para la Formación San Telmo), las cuales en el resto del Gondwana tienen su registro en el Carbonífero Tardío y en parte también en el Pérmico Temprano (véase el cuadro 3).

Estas consideraciones tienen por objeto dar sustento paleontológico a la antigüedad arriba indicada para el Grupo Mandiyutí, en razón que otros autores (Díaz Martínez *et al.*, 1996, 1999) lo atribuyen al Carbonífero Temprano y lo correlacionan parcialmente con el Grupo Ambo (Bolivia).

Esta confusión resulta de comparar y correlacionar unidades litológicas fosilíferas muy distantes de las aquí estudiadas, como son las que se hallan en los alrededores del lago Titicaca (Bolivia), en la Cuenca Madre de Dios. Los autores citados a continuación han realizado un importante número de valiosas contribuciones (Díaz Martínez, 1995a, 1995b, 1997, 1998, 1999; Díaz Martínez e Isaacson, 1994; Díaz Martínez y Dalenz, 1995; Díaz Martínez *et al.*, 1993; Isaacson *et al.*, 1993, 1995; Vavrdová *et al.*, 1991, 1993, 1996), cuyas conclusiones han extendido hasta el sur de Bolivia y norte de Argentina equiparando los Grupos Machareti y Mandiyutí con los Grupos Ambo y Retama.

Las razones paleontológicas que sustentan este punto de vista son principalmente dos: la primera está referida a la edad westfaliana recientemente atribuida a parte de las calizas de la Formación Copacabana en Perú y en el norte de Bolivia, sobre la base de conodontos y fusulinidos (Merino y Blanco, 1990; Dalenz y Merino, 1994; Mamet, 1996a, 1996b; Groves *et al.*, 1997; Wood *et al.*, 1997; Ottone *et al.*, 1998; Wood y Elsik, 1999). Esta edad avala una mayor antigüedad (Carbonífero Temprano) para las unidades infrayacentes, lo cual no es desmentido por los palinomorfos contenidos en esas unidades (Azcuy, 1991; Azcuy y Ottone, 1987; Vavrdová *et al.*, 1991, 1993, 1996). Sin embargo, la edad de las calizas en el sur de Bolivia y norte de Argentina es más joven (Sempere *et al.*, 1992) y las unidades que las infrayacen, Grupos Machareti y Mandiyutí, también lo son (Azcuy y Laffitte, 1981; di Pasquo y Azcuy, 1997a, 1997b, 1999a; Azcuy y di Pasquo, 1999; di Pasquo, 1999).

La segunda razón, proviene de la edad namuriana atribuida en Australia a la fauna de *Levipustula le-*

vis Maxwell sobre la base de dataciones isotópicas (Roberts *et al.*, 1995). Asimismo, en Argentina los registros de *L. levis* están también íntimamente ligados a sedimentitas glaciogénicas, por lo cual esta asociación habría alcanzado su límite septentrional en Patagonia (Cuenca Tepuel-Genoa) durante el Westphaliano (González, 1999). Este braquiópodo está citado en la Formación Taiguati (Bolivia) como *Levipustula* cf. *L. levis* (Rocha Campos *et al.*, 1977) y la unidad que lo contiene se ubica en el tope del Grupo Machareti y sobreyace a la Formación Tarija de origen glacial (Suárez Soruco y Díaz Martínez, 1996). Aquí se presentan varios problemas: a) la asociación faunística de la Formación Taiguati no ha sido recontrada a pesar que muchos especialistas intentaron realizar nuevas colecciones con el ánimo de efectuar su revisión (Trujillo Ikeda, 1989; Babin y Dalenz, 1993), b) de las ilustraciones presentadas por Rocha Campos *et al.* (1977), no queda claro si el braquiópodo es *Levipustula* Maxwell o *Lanipustula* Klets, este último de edad namuriana-westfaliana (Cisterna, com. pers.), y c) es llamativa la ausencia en la asociación de Taiguati de los elementos típicos de la zona de *Levipustula* [*Kitakamithyris immensa* (Campbell), *K. booralensis* (Campbell), *Neospirifer leoncitis* (Harrington), *Spiriferellina octoplicata* Sowerby entre otros; Cisterna, com. pers.], siempre reconocidos en las localidades de Australia y de la Precordillera y Patagonia argentinas.

Si bien la edad del Grupo Mandiyutí es incuestionablemente carbonífera tardía considerando la información arriba expuesta, los autores reconocen la necesidad de realizar nuevas investigaciones a fin de esclarecer las relaciones entre las unidades litoestratigráficas del Subandino Norte y del Subandino Sur.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a los Dres. M.M. Vergel, G. Cisterna y E. Ottone por la lectura crítica del manuscrito quienes con sus observaciones permitieron mejorarlo y al Lic. G. Holfeltz, quien efectuara las preparaciones palinológicas. A los árbitros por su atenta lectura y criteriosas observaciones. También hacemos extensivo nuestro agradecimiento a Pan American Energy, al Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA), por facilitar los medios para la concreción de esta contribución y a la ANPCYT (Proy. 1864/97) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET PIP 4024/96) por el apoyo económico recibido.

Referencias

- Azcuy, C.L. 1991. Palinología de la Formación Ambo (Carbonífero Inferior) Perú. *Ameghiniana* 28: 200.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M.M. 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. En: R. Caminos (Coord.-Editor), *Geología Argentina, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales* 29: 227-248.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M.M. 2000. Palynology of the Late Carboniferous from the Tarija Basin, Argentina: a systematic review of monosaccate pollen genera. *Palaeontographica B* 253: 107-137.
- Azcuy, C.L. y Laffitte, G. 1981. Palinología de la Cuenca Noroeste Argentina. I. Características de las asociaciones carbónicas: problemas e interpretación. 8° Congreso Geológico Argentino (San Luis), *Actas* 4: 823-838.
- Azcuy, C.L. y Ottone, E.G. 1987. Datos palinológicos de la Formación Retama en la encañada de Beu, Río Alto Beni (Bolivia). 4° Congreso Latinoamericano de Paleontología (Santa Cruz de la Sierra, Bolivia), *Actas* 1: 235-249.
- Babin, C. y Dalenz, A. 1993. Bivalvos paleozoicos bolivianos. En: R. Suárez Soruco (ed.), *Fósiles y Facies de Bolivia*, vol. II Invertebrados y Paleobotánica, *Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 13-14: 53-57.
- Clayton, G. 1996. Chapter 18C. Mississippian miospores. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications*, American Association Stratigraphy and Palynology Foundation 2: 589-596.
- Clayton, G., Loboziak, S., Streeb, M., Turnau, E. y Utting, J. 1990. Palynological events in the Mississippian (Lower Carboniferous) of Europe, North Africa and North America. *Courier Forsch.-Institut Senckenberg* 130: 79-84.
- Dalenz, A. y Merino, D. 1994. Comportamiento asociativo y bioestratigrafía de la Formación Copacabana de los departamentos de Cochabamba y oeste de Santa Cruz. 11° Congreso Geológico de Bolivia (Santa Cruz), *Memorias* 186-198.
- Díaz Martínez, E. 1995a. Regional correlations with Late Paleozoic events in Bolivia. 2° Simpósio Cronoestratigrafía da Bacia do Paraná (Porto Alegre), *Resúmenes expandidos*: 98-100.
- Díaz Martínez, E. 1995b. [Devónico superior y Carbonífero del Altiplano de Bolivia: estratigrafía, sedimentología y evolución paleogeográfica. *ORSTOM Bolivia, Informe inédito* 46, 164 p.].
- Díaz Martínez, E. 1997. Estratigrafía y paleogeografía del Paleozoico superior del norte de los Andes Centrales (Perú y Bolivia). 9° Congreso Peruano de Geología (Lima), *Resúmenes extendidos*: 289-292.
- Díaz Martínez, E. 1998. Provenance analysis of the Kasa Fm. (Lower Carboniferous, Bolivian Altiplano): geodynamic implications. 15° International Sedimentological Congress (Alicante, España), *Resúmenes*: 296-297.
- Díaz Martínez, E. 1999. Estratigrafía y paleogeografía del Paleozoico Superior del Norte de los Andes Centrales (Bolivia y sur del Perú). En: J. Macharé, V. Benavides y S. Rosas (eds.), *Volumen Jubilar No. 5 "75 Aniversario Sociedad Geológica del Perú"*, p. 19-26. Lima.
- Díaz Martínez, E. y Dalenz, A. 1995. La Formación Yaurichambi (Carbonífero Superior): depósitos siliciclásticos costeros y fluviodeltaicos de la base del Grupo Titicaca de Bolivia. 1° Encuentro de Geología del Cono Sur (Porto Alegre), *Resúmenes expandidos*: 245-247.
- Díaz Martínez, E. y Isaacson, P.E. 1994. Late glacially-influenced marine sedimentation in western Gondwana: the Cumaná Formation, Altiplano, Bolivia. *Canadian Society of Petroleum Geologists, Memoir* 17: 511-522.
- Díaz Martínez, E., Isaacson, P.E., Lema, J.C., Christensen, K.L., Vavrdová, M. y Antelo, B. 1993. Significance of a Late Devonian (Famennian) glacial marine diamictite, Northern Altiplano, Bolivia. 12° Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien (Buenos Aires, 1991), *Comptes Rendus* 1: 293-304.
- Díaz Martínez, E., Limachi, R., Goitia, V.H., Sarmiento, D., Arispe, O. y Montecinos, R. 1996. Relación entre tectónica y sedimentación en la cuenca de antepais del Paleozoico medio de los Andes Centrales de Bolivia (14 a 22°S). 12° Congreso Geológico de Bolivia (Tarija), *Memorias* 1: 97-102.
- Díaz Martínez, E., Vavrdová, M., Bek, J. y Isaacson, P.E. 1999. Late Devonian (Famennian) glaciation in Western Gondwana: evidence from the Central Andes. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt, Geologie* 54: 213-237.
- di Pasquo, M.M. 1999. [Palinología, bioestratigrafía y correlación de

- las asociaciones presentes en los Grupos Machareti y Mandiyuti, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, Provincia de Salta, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A., 480 p. Inédito]
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1997a. Palinología del Grupo Mandiyuti, Carbonífero Superior, Cuenca Tarija, Argentina. *10º Congreso Geológico Chileno*, (Antofagasta), *Actas* 1: 475-479.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1997b. Palinomorfos retrabajados en el Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija (Argentina) y su aplicación a la datación de eventos diastroficos. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências* 2 (Número Especial): 28-42.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1999a. Paleoecología, paleoclima y correlación de estratos carboníferos en la provincia de Salta sobre la base de palinomorfos. *14º Congreso Geológico Argentino* (Salta), *Relatorio* 1: 254-260.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1999b. Interpretación paleoambiental del Grupo Mandiyuti (Carbonífero Superior): evidencias palinológicas, sedimentológicas y tafonómicas. *Ameghiniana* 36: 453-463.
- González, C.R. 1999. El límite septentrional de la provincia faunística gondwana en el Carbonífero Superior. *Ameghiniana* 36 *Suplemento de Resúmenes*: 35R.
- Groves, J.R., Wahlman, G.P., Aleman, A.M., Brenckle, P.L. y Wood, G.D. 1997. The paleogeographic, biostratigraphic and evolutionary significance of smaller foraminifers, fusulinids and palynomorphs from the Copacabana Formation (Pennsylvanian-Lower Permian), Peru. *9º Congreso Peruano de Geología*, (Lima), *Resúmenes extendidos. Sociedad Geológica del Perú, Volumen Especial* 1: 619-620.
- Isaacson, P.E., Canter, K.L. y Sablock, P.E. 1993. Late Paleozoic Copacabana Formation in NW Bolivia: Paleogeographic significance of carbonates with siliciclastics. *12º International Congress on the Carboniferous and Permian* (Buenos Aires, 1991), *Comptes Rendus* 2: 261-268.
- Isaacson, P.E., Palmer, B.A., Mamet, B.L., Cooke, J.C. y Sanders, D.E. 1995. Devonian-Carboniferous stratigraphy in the Madre de Dios basin, Bolivia: Pando X-1 and Manuripi X-1 wells. En: A.J. Tankard, R. Suárez y H.J. Welsink (eds.), *Petroleum Basins of South America*, *American Association of Petroleum Geologists, Memoir* 62: 501-510.
- Mamet, B.L. 1996a. Algues calcaires marines du Paleozoique supérieur (Equateur, Bolivie). *Annales de la Société géologique de Belgique* 117(1-1994): 155-167.
- Mamet, B.L. 1996b. Late Paleozoic small foraminifers (endothyrids) from South America (Ecuador and Bolivia). *Canadian Journal of Earth Sciences* 33: 452-459.
- Merino, D. y Blanco, J. 1990. Conodontos de la Formación Copacabana (Carbonífero Superior-Pérmico Inferior) en la sección de Huarachani-Pacobamba, Departamento de La Paz, Bolivia. *Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 11: 105-116.
- Ottone, E.G., Rossello, E.A., Simanaukas, T. y Vachard, D. 1998. Palaeontology and biostratigraphy of the Late Palaeozoic Copacabana Group at the Angosto del Beu, Bolivia. *Ameghiniana* 35: 87-96.
- Reed, L.C. 1946. San Pedro oil field, province of Salta, northern Argentina. *American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 30: 591-605.
- Roberts, J., Claoue-Long, J., Jones, P.J. y Foster, C.B. 1995. SHRIMP zircon age control of Gondwanan sequences in Late Carboniferous and Early Permian Australia. En: R.E. Dunay y E.A. Hailwood (eds.), *Non-biostratigraphical methods of dating and correlation. Geological Society, Special Publication* 89: 145-174.
- Rocha Campos, A.C., De Carvalho, R.G. y Amos, A.J. 1977. A Carboniferous (Gondwana) fauna from Subandean Bolivia. *Revista Brasileira de Geociências* 7: 287-304.
- Sempere, T., Aguilera, E., Doubinger, J., Janvier, P., Lobo, J., Oller, J. y Wenz, S. 1992. La Formation de Vitiacua (Permien moyen à supérieur-Trias? inférieur, Bolivie du Sud): stratigraphie, palynologie et paléontologie. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 185: 239-253.
- Starck, D. 1995. Silurian-Jurassic Stratigraphy and Basin Evolution of Northwestern Argentina. En: A.J. Tankard, R. Suárez y H.J. Welsink (eds.), *Petroleum Basins of South America*, *American Association of Petroleum Geologists, Memoir* 62: 251-267.
- Starck, D., Gallardo, E. y Schulz, A. 1992. Cuenca de Tarija: Estratigrafía de la porción argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras* 30: 2-14.
- Starck, D., Gallardo, E. y Schulz, A. 1993. Neopaleozoic stratigraphy of the Sierras Subandinas Occidentales and Cordillera Oriental, Argentina. *12º Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien* (Buenos Aires, 1991), *Comptes Rendus* 2: 353-372.
- Suárez Soruco, R. y Díaz Martínez, E. 1996. Léxico Estratigráfico de Bolivia. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 17: 1-227.
- Trujillo Ikeda, H. 1989. Nuevo hallazgo de fósiles de la Formación Taiguati en la Serranía Caipipendi, Santa Cruz, Bolivia. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 10: 7-11.
- Vavrdová, M., Isaacson, P.E., Díaz Martínez, E. y Bek, J. 1991. Palinología del límite Devónico-Carbonífero en torno al Lago Titikaka, Bolivia: Resultados Preliminares. *Revista Técnica Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 12: 303-313.
- Vavrdová, M., Isaacson, P.E., Díaz Martínez, E. y Bek, J. 1993. Devonian-Carboniferous boundary at Lake Titikaka, Bolivia: preliminary palynological results. *12º Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien*, (Buenos Aires, 1991), *Comptes Rendus* 1: 187-199.
- Vavrdová, M., Bek, J., Dufka, P. y Isaacson, P.E. 1996. Palynology of the Devonian (Lochkovian to Tournaisian) sequence, Madre de Dios Basin, northern Bolivia. *Vestník Ceskeho geologickeho ustavu* 71: 333-349.
- Wood, G.D. y Elsik, W.C. 1999. Paleoecologic and stratigraphic importance of the fungus *Reduviasporonites stoschianus* from the "Early-Middle" Pennsylvanian of the Copacabana Formation, Peru. *Palynology* 23: 43-53.
- Wood, G.D., Wahlman, G.P., Groves, J.R. y Brenckle, P.L. 1997. Palynomorphs, smaller Foraminifera, Fusulinaceans and associated calcareous microfossils from the Copacabana Formation (Pennsylvanian-Lower Permian), Peru. *18º IAS-Regional European Meeting of Sedimentology and 2º European Meeting Palaeontology and Stratigraphy of South America* (Heidelberg), p. 366.

Recibido: 26 de junio de 2000.

Aceptado: 7 de diciembre de 2000.