

Palinología del Carbonífero Superior del Subgrupo Itararé en Itaporanga, Cuenca Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. Parte 2: sistemática de polen y significado paleoambiental y estratigráfico

Mercedes DI PASQUO¹, Carlos L. AZCUY¹ y Paulo A. SOUZA²

Abstract. PALYNOLOGY FROM THE UPPER CARBONIFEROUS ITARARÉ SUBGROUP AT ITAPORANGA, PARANÁ BASIN, SÃO PAULO STATE, BRAZIL. PART TWO: POLLEN SYSTEMATICS AND PALAEOENVIRONMENTAL AND STRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE. Systematic descriptions of 25 pollen grains from four core levels of the IG-01 borehole are presented to complete the whole assemblage with those described in part one. This section belongs to the middle-upper part of the Itararé Subgroup. The species included herein comprise: seventeen monosaccate pollen (one striate), six bisaccate pollen (two striate), one praecolpate pollen and one colpate. *Circumplectipollis plicatus* Ottone and Azcuy is identified for the first time in the Paraná Basin. Previous paleontological information from this well including marine bivalves and brachiopods, is taken into account together with the palynological composition, botanical affinities, palynofacies and lithology, thus a hypothesis of the palaeoenvironment / paleoclimatic conditions of the depocentre is proposed. Initial estuarine conditions are registered at the 76 m level. A restricted coastal lagoon with a seasonal temperate climate corresponds to the 54 m level. The last episode, interpreted as a low energy and normal salinity shelf setting, is recognized at the 37 m and 36,5 m levels. Therefore, a relative rise in sea-level in this middle-upper section of the Itararé Subgroup is recognizable, and may correlate with glacial retreat. The palynological assemblage is datable as very Late Carboniferous based on previous records of selected microspore species.

Resumen. Se presenta el análisis sistemático palinológico de 25 especies de granos de polen: 17 granos de polen monosaccado (uno estriado), 6 granos bisaccados (2 estriados), uno praecolpado y otro colpado. La asociación microflorística se registra en cuatro niveles de corona del pozo IG-01 en Itaporanga, pertenecientes a la parte media a superior del Subgrupo Itararé. *Circumplectipollis plicatus* Ottone and Azcuy es identificado por primera vez en la cuenca Paraná. La información paleontológica previa que incluye la presencia de bivalvos y braquiópodos marinos, junto con la composición palinológica, las afinidades botánicas, palinofacies y litología, permitió proponer una hipótesis de las condiciones paleoambientales / paleoclimáticas del depocentro. En el nivel 76 m se registrarían inicialmente condiciones estuáricas. Una segunda etapa, atribuida a un paleoambiente de laguna marginal restringida bajo un clima templado estacional, corresponde al nivel 54 m. El último episodio, interpretado como un ambiente marino de plataforma con baja energía y salinidad normal, se reconoce en los niveles 37 m y 36,5 m. Estos cambios se interpretan como consecuencia de un aumento relativo del nivel del mar producto de la retracción de los hielos, registrado en la sección media-superior del Subgrupo Itararé. La asociación palinológica es atribuida al Carbonífero Tardío basada en los registros previos de miosporas seleccionadas.

Key words. Palynology. Pollen. Palaeoenvironment. Itararé Subgroup. Paraná Basin. Late Carboniferous. Brazil.

Palabras clave. Palinología. Polen. Paleoambiente. Subgrupo Itararé. Cuenca Paraná. Carbonífero Tardío. Brasil.

Introducción

En la Parte 2 de este trabajo se discuten e ilustran las especies de granos de polen registrados en cuatro

niveles de corona obtenidos del pozo IG-01 en la localidad de Itaporanga, Estado de São Paulo, porción nordeste de la Cuenca Paraná. La sección muestreada pertenece a la parte media a superior del Subgrupo Itararé. En los dos niveles superiores se hallaron también moldes de conchillas de bivalvos y braquiópodos los cuales indican un paleoambiente marino de deposición que incluye a la microflora aquí estudiada. Los aspectos geológicos, estratigráficos y palinoestratigráficos así como las ilustraciones correspondientes al área estudiada, el perfil con la ubicación de las muestras y cuadros lito y bioestratigráficos pueden consultarse en la parte 1 de este trabajo.

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. medipa@gl.fcen.uba.ar, azcuy@ciudad.com.ar.

²Departamento de Paleontología e Estratigrafía, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 91.540-000, Porto Alegre, R.S., Brazil. paulo.alves.souza@ufrgs.br

Descripciones sistemáticas

Las láminas estudiadas se hallan en parte depositadas en la Palinoteca del IG/SMA en Brasil, bajo la sigla IG-P, y en parte en el Laboratorio de Palinología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires en Argentina, bajo la sigla BAFC-Pl. Los ejemplares ilustrados están, en ambos casos, identificados por la sigla correspondiente seguida del número de lámina y la referencia del *England Finder*. La información sobre el contenido fosilífero, el número de las muestras y láminas del material estudiado se presenta en el cuadro 3 de la primera parte de esta contribución. Las microfotografías fueron obtenidas con una cámara digital Pixera.

Anteturma VARIAGERMINANTES Potonié 1970
Turma SACCITES Erdtman 1947
Subturma MONOSACCITES Chitaley *emend.*
Potonié y Kremp 1954
Infraturma DIPOLSACCITE Hart *emend.*
Dibner 1971

Género **Caheniasaccites** Bose y Kar *emend.*
Azcuy y di Pasquo 2000

Especie tipo. *Caheniasaccites flavatus* Bose y Kar, 1966.
Afinidad botánica. Coniferophyta (Potonié, 1967);
Ferugliocladaeae (Archangelsky y Cúneo, 1987).

Caheniasaccites flavatus Bose y Kar *emend.*
Azcuy y di Pasquo 2000
Figura 1.P, 2.H

- 1970 *Vestigisporites* cf. *diffusus* Maithy, Daemon y Quadros, p. 380, lám. 3, forma P479.
1981 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, Dias-Fabrizio, lám. 8, fig. 3
1983 *Vestigisporites* cf. *diffusus* Maithy, Lima *et al.*, lám. 5, fig. 3.
1983 *Potonieisporites triradialis* Marques-Toigo, Lima *et al.*, lám. 5, fig. 1.
1983 *Vestigisporites* sp. Lima *et al.*, lám. 5, fig. 4.
1985 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, Piccoli *et al.*, lám. 2, fig. 8.
1987 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, Picarelli *et al.*, lám. 3, fig. 6.
1991 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Piccoli *et al.*, lám. 2, fig. e.
1991 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Guerra-Sommer *et al.*, lám. 2, fig. 13.
1992 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Cazullo-Klepzig *et al.*, lám. 1, fig. 3.
1993 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Dias, lám. 3, fig. 16.
1995 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Quadros *et al.*, p. 27.

- 1995 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Beri y Daners, lám.1, fig. 10.
1995 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, Lindström, lám. 9, figs. 6, 7.
1996 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Archangelsky y Gamero, Beri y Goso, lám. 3, fig. 2.
1997 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Gutiérrez, Souza *et al.*, lám. 2, fig.5.
1998b *Caheniasaccites densus* Lele y Karim *emend.* Gutiérrez, Mautino *et al.*, lám. 1, fig. b.
2000 *Caheniasaccites densus* Lele y Karim *emend.* Gutiérrez, Gutiérrez y Césari, fig. 4.B.
2000 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar *emend.* Gutiérrez, Gutiérrez y Césari, fig. 4.D.
2000 *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, Stephenson y Filatoff, lám. 2.j.
2000a *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar, Playford y Dino, lám. 12, figs. 5-8.

Sinonimia adicional. Véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (18 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 115-160 µm; diámetro transversal, 55-90 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 55-67,5 µm; diámetro transversal, 34-65 µm.

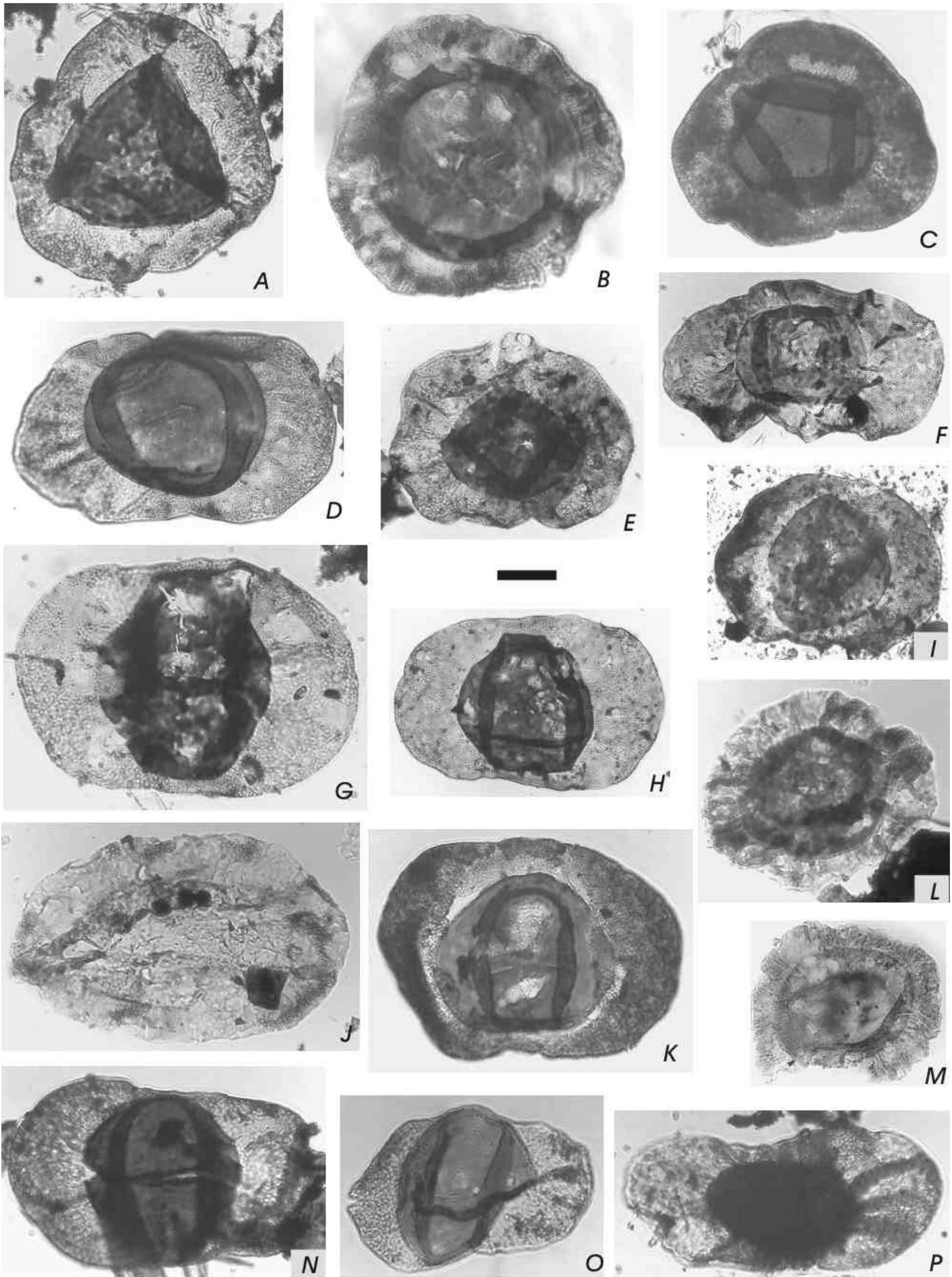
Observaciones. Para una discusión sobre la sinonimia de *Caheniasaccites ovatus* Bose y Kar y *C. densus* Lele y Karim véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Lima *et al.*, 1983; Souza *et al.*, 1997, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000a), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo, 2002; di Pasquo *et al.*, 2001), Cuenca Paganzo (Gutiérrez y Césari, 2000), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano:** Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). **Pérmico Temprano,** Brasil, Cuenca Paraná (Dias-Fabrizio, 1981; Piccoli *et al.*, 1985, 1991; Picarelli *et al.*, 1987; Guerra-Sommer *et al.*, 1991; Cazullo-Klepzig *et al.*, 1992; Dias, 1993; Quadros *et al.*, 1995), Bolivia (Ottone *et al.*, 1998), Uruguay (Beri y Daners, 1995, 1996, 1998; Beri y Goso, 1996; Mautino *et al.*, 1998b; Beri y Aguilar, 1998), Australia (Foster y Waterhouse, 1988; Gilby y Foster, 1988), Antártida (Lindström, 1995), África (Maheshwari y Bose, 1969), India (Lele y Srivastava, 1979). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Género **Cannanoropollis** Potonié y Sah 1960

Especie tipo. *Cannanoropollis janakii* Potonié y Sah, 1960.

Figura 1. A, Plicatipollenites trigonalis Lele, IG-P 40F (EF) Q40/3. **B, Plicatipollenites malabarensis** (Potonié y Sah) Foster, IG-P 46E (EF) S28. **C, Plicatipollenites gondwanensis** (Balme y Hennelly) Lele, IG-P 46F (EF) S47. **D, Potonieisporites brasiliensis** (Nahuy, Alpern y Ybert) Archangelsky y Gamero, IG-P 46D (EF) E42/2. **E, Potonieisporites densus** Maheshwari, BAFC-Pl 1481a (EF) H42. **F, Potonieisporites congoensis** Bose y Maheshwari, IG-P 43D (EF) O47/1. **G, Potonieisporites barrelis** Tiwari, IG-P 40D (EF) H48/4. **H, Potonieisporites neglectus** Potonié y Lele, IG-P 40F (EF) O37/3. **I, Potonieisporites triangulatus** Tiwari, IG-P 40G C31/2. **J, Divarisaccus stringoplicatus** Ottone, IG-P 49D (EF) W41. **K, Potonieisporites novicus** Bhardwaj *emend.* Poort y Veld, IG-P 46F (EF) G39/2. **L, Cannanoropollis densus** (Lele) Bose y Maheshwari, IG-P 49D (EF) O37. **M, Cannanoropollis janakii** Potonié y Sah, BAFC-Pl 1484a (EF) K36/3. **N, Limitisporites** sp., IG-P 43A (EF) R40/3. **O, Limitisporites rectus** Leschik, BAFC-Pl 1484a (EF) F44. **P, Caheniasaccites flavatus** Bose y Kar *emend.* Azcuy y di Pasquo, IG-P 40D (EF) F46/2. Figuras F, H, I, L / figures F, H, I, L, x 300, escala gráfica / scale bar = 33 µm. Las restantes / all others, x 500, escala gráfica / scale bar = 20 µm.



Afinidad botánica. Coniferophyta, Coniferopsida (Staplin *et al.*, 1967); Coniferopsida y Cordaitopsida (Potonié, 1967); Coniferophyta, Ferugliocladaeae (Archangelsky y Cúneo, 1987).

Cannanoropollis densus (Lele) Bose
y Maheshwari 1968
Figura 1.L

Sinonimia. Véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (9 ejemplares). Diámetro total, 80-150 μm ; diámetro del cuerpo, 50-95 μm .

Distribución. La especie ha sido citada reiteradamente en el Carbonífero Tardío y Pérmico Temprano de cuencas gondwánicas de Brasil, Argentina, Uruguay, Africa, India, Australia y Antártida. Carbonífero Tardío, Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002). **Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano:** Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Cannanoropollis janakii Potonié y Sah 1960
Figura 1.M

Sinonimia. Véase Lele (1964), Foster (1979), Ottone y Azcuy (1989) y Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (16 ejemplares). Diámetro total, 70-115 μm , diámetro del cuerpo, 55-77 μm .

Observaciones. La similitud entre *C. janakii* Potonié y Sah y *C. korbaensis* (Bharadwaj y Tiwari) Foster fue discutida por Azcuy y di Pasquo (2000). El carácter diagnóstico para separar ambas especies es la existencia en la segunda, del rasgo mencionado en la diagnosis original como "paracondición" (igual adherencia proximo-distal). Playford y Dino (2000b), al describir e ilustrar ejemplares de *C. korbaensis* de la Cuenca Amazonas, no mencionaron dicho carácter como diagnóstico de esta especie. Esta omisión impide ponderar dicho rasgo y en consecuencia considerar esos especímenes como sinónimos de *C. janakii*.

Distribución. La especie ha sido citada reiteradamente en el Carbonífero Tardío y Pérmico Temprano de cuencas gondwánicas de Brasil, Argentina, Uruguay, Africa, India, Australia y Antártida.

Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000b), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Carbonífero Tardío / Pérmico Temprano:** Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). Pérmico Temprano, Uruguay, Cuenca Paraná (Mautino *et al.*, 1998b), Argentina, Cuenca Paganzo (Gutiérrez y Césari, 2000), Paraguay (González *et al.*, 1996), Antártida (Lindström, 1995). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Género ***Crucisaccites*** Lele y Maithy 1964

Especie tipo. *Crucisaccites latisulcatus* Lele y Maithy, 1964.

Afinidad botánica. Gimnospermas? (Gutiérrez, 1993).

Crucisaccites monoletus Maithy 1965
Figura 2.A

Sinonimia. Véase Césari (1984) y Ottone y Azcuy (1989).

Dimensiones (3 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 90-100 μm ; diámetro transversal, 80-87,5 μm .

Comparaciones. Una especie próxima es la descrita por Césari *et al.* (1995, lám. 4, fig. 34) para el Pérmico de la Cuenca Chapoparaná, como *Crucisaccites* sp. cf. *latisulcatus* Lele y Maithy, aunque se diferencia por su tamaño algo mayor.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Argentina, Cuenca Paganzo (Césari, 1984; Azcuy y Gutiérrez, 1984; Ottone y Azcuy, 1986, 1989, 1990; Césari y Vázquez Nístico, 1988; Ottone, 1991; Gutiérrez, 1993), Cuenca San Rafael (García, 1996), Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Quadros *et al.*, 1995), Argentina, Cuenca Paganzo (Limarino y Césari, 1987), Australia (Foster, 1979), India (Maithy, 1965; Lele y Maithy, 1969).

Género ***Plicatipollenites*** Lele 1964

Especie tipo. *Plicatipollenites malabarensis* (Potonié y Sah) Foster, 1975.

Afinidad botánica. Coniferophyta (Potonié, 1967; Clement-Westerhof, 1984).

Plicatipollenites gondwanensis (Balme y Hennelly) Lele 1964
Figura 1.C

1970 *Plicatipollenites paranaensis* sp. nov. Cauduro, p. 14, lám. 9, fig. 67-9, lám. 10, fig. 70-2.

1976 *Parasaccites gondwanensis* (Balme y Hennelly) Segroves, Menéndez, p. 4-5, lám. I, fig. 7.

Sinonimia adicional. Véanse Lele (1964), Foster (1979), Césari (1984) y Gutiérrez (1993).

Dimensiones (3 ejemplares). Diámetro total del grano, 90-110 μm ; diámetro del cuerpo, 50-70 μm .

Observaciones. Los especímenes en sinonimia presentan el típico sistema de pliegues de disposición poligonal de la especie.

Distribución. La especie ha sido citada reiteradamente en el Carbonífero Tardío y Pérmico Temprano de cuencas gondwánicas. **Carbonífero Tardío:** Brasil, Cuenca Paraná (Souza, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000b),

Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001). **Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano:** Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). **Pérmico Temprano,** Uruguay, Cuenca Paraná (Beri y Goso, 1996; Beri y Daners, 1998; Mautino *et al.*, 1998b), África (Broutin *et al.*, 1990), Antártida (Lindström, 1995). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Plicatipollenites malabarensis (Potonié y Sah) Foster 1975
Figura 1.B

1970 *Plicatipollenites indicus* Lele, Daemon y Quadros, p. 382, lám. 3, forma P550.

1975 *Plicatipollenites* sp. cf. *P. indicus* Lele, Kemp, lám 29I, fig. 31.

1976 *Plicatipollenites indicus* Lele, Bharadwaj *et al.*, p. 75, lám. 4, fig. 49.

1983 *Plicatipollenites indicus* Lele, Lima *et al.*, lám 4, fig. 1.

1983 *Plicatipollenites* sp. 2 Lima *et al.*, lám. 4, fig. 4.

Sinonimia adicional. Véase Lele (1964), Azcuy y Gutiérrez (1985) y Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (29 ejemplares). Diámetro total del grano, 65-130 µm; diámetro del cuerpo, 44-105 µm.

Distribución. Es la especie del género *Plicatipollenites* más citada en el Carbonífero Tardío y Pérmico Temprano de cuencas gondwánicas (e.g., Azcuy *et al.*, 2002).

Plicatipollenites trigonalis Lele 1964
Figura 1.A

1970 *Plicatipollenites* sp. Daemon y Quadros, p. 382, lám. 1, forma P490.

1993 *Plicatipollenites indicus* Lele, Souza *et al.*, p. 11, lám. III, fig. 6.

Sinonimia adicional. Véanse Azcuy y Gutiérrez (1985), Ottone y Azcuy (1990) y Gutiérrez (1993).

Dimensiones (6 ejemplares). Diámetro total del grano, 80-137,5 µm; diámetro del cuerpo, 67,5-92,5 µm.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 1993, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000b), Argentina, Cuenca Paganzo, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Dias, 1993), Bolivia (Ottone *et al.*, 1998). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Género ***Circumplicatipollis*** Ottone y Azcuy 1988

Especie tipo. *Circumplicatipollis plicatus* Ottone y Azcuy, 1988.

Afinidad botánica. Gymnospermae (Ottone y Azcuy, 1988); Cordaitopsida - Coniferopsida (Ottone y Azcuy, 1990).

Circumplicatipollis plicatus Ottone y Azcuy 1988
Figura 2.D

Dimensiones (1 ejemplar). Diámetro longitudinal del grano, 92 µm; diámetro transversal, 87 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 52,2 µm; diámetro transversal, 58 µm.

Distribución. Carbonífero Tardío: Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo, 2002). Otros registros previos véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Género ***Potonieisporites*** Bharadwaj *emend.*
Bharadwaj 1964

Especie tipo. *Potonieisporites novicus* Bharadwaj, 1964a.

Afinidad botánica. Pteridospermaphyta (Potonié, 1967). Coniferophyta, Voltziales (Bharadwaj, 1964b; Staplin *et al.*, 1967; Nygreen y Bourn, 1967; Rothwell, 1982; Clement-Westerhof, 1984); Coniferales, Leba-chiaceae (Poort y Veld, 1997).

Potonieisporites barreliis Tiwari 1965
Figura 1.G

2000a *Potonieisporites pyriferus* Playford y Dino, p. 29, lám. 10, figs. 1, 3, 4.

Sinonimia adicional. Véase Gutiérrez (1993) y Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (8 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 98,6-130 µm; diámetro transversal, 87,5-98,6 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 65-75,4 µm; diámetro transversal, 77,5-85,8 µm.

Observaciones. Los rasgos considerados por Playford y Dino (2000a), espesor de la pared del cuerpo y carácter más conspicuo de los pliegues seminulares, no son a juicio de los autores de valor específico suficiente para separar *Potonieisporites pyriferus* de *Potonieisporites barreliis*.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000a), Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002). **Pérmico Temprano:** Uruguay, Cuenca Paraná (Mautino *et al.*, 1998b). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Potonieisporites brasiliensis (Nahuys, Alpern y Ybert) Archangelsky y Gamero 1979
Figura 1.D

Sinonimia. Véanse Archangelsky y Gamero (1979) y Gutiérrez (1993).

Dimensiones (12 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 115-165 µm; diámetro transversal, 75-105 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 52-80 µm; diámetro transversal, 54,5-75 µm.

Comparaciones. Esta especie se caracteriza por su cuerpo central subcircular a longitudinalmente oval con un sistema de plegamiento intexinal formado por dos pliegues semilunares transversales o uno

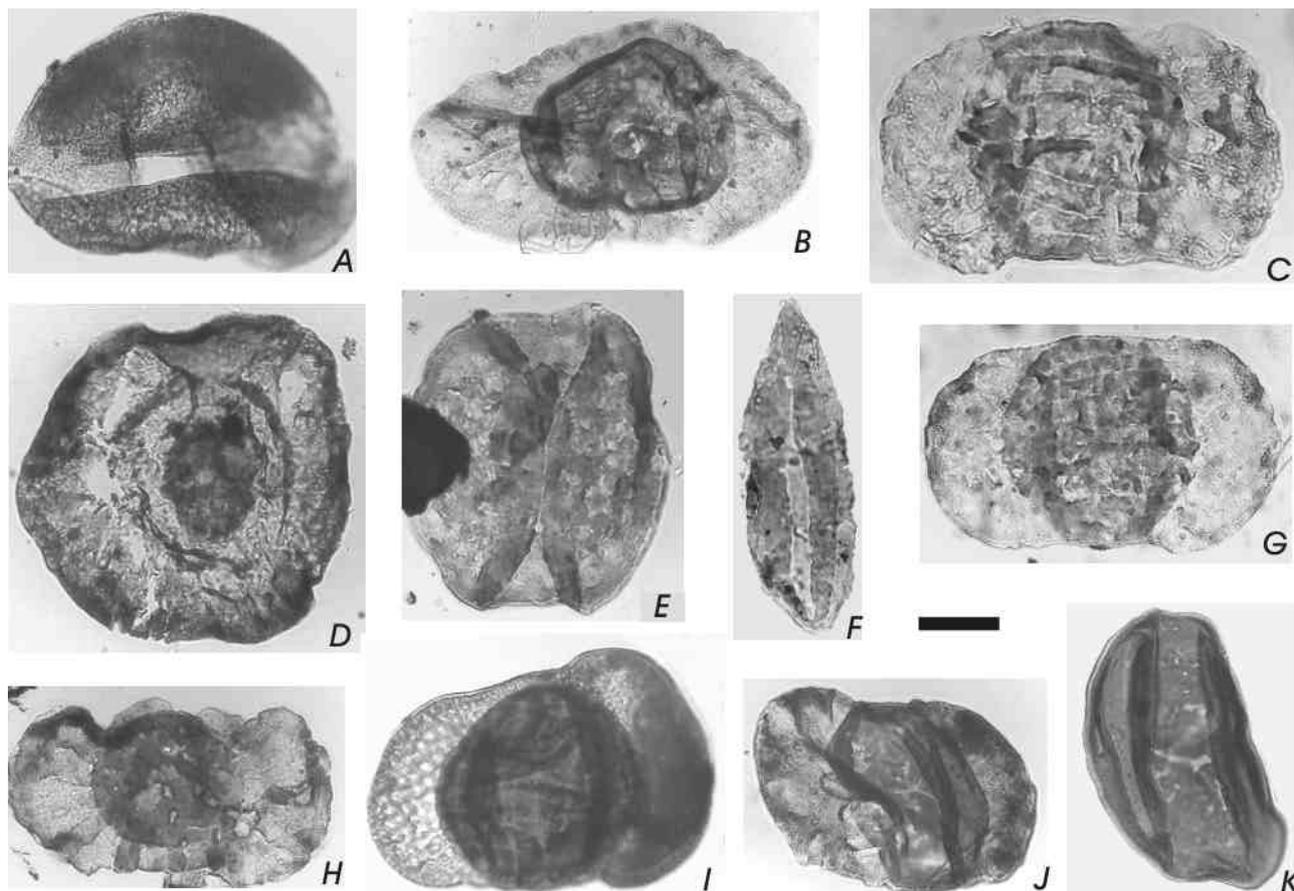


Figura 2. **A,** *Crucisaccites monoletus* Maithy, IG-P 40A (EF) N47. **B,** *Meristocarpus explicatus* Playford y Dino, BAFC-PI 1481b (EF) O37/4. **C, G,** *Protohaploxylinus amplus* (Balme y Hennelly) Hart. C, IG-P 49A (EF) J46/2. G, IG-P 49C (EF) M48. **D,** *Circumplicatipollis plicatus* Ottone y Azcuy, BAFC-PI 1481b (EF) S45/1. **E,** *Scheuringipollenites maximus* (Hart) Tiwari, IG-P 49F (EF) K51/1. **F,** *Cycadopites* sp., IG-P 49E (EF) X40/2. **H,** *Caheniasaccites flavatus* Bose y Kar emend. Azcuy y di Pasquo, IG-P 49E (EF) V42/4. **I,** *Hamiapollenites* sp. cf. *H. insolitus* (Bharadwaj y Salujha) Balme, IG-P 46E (EF) M30/3. **J,** *Limitisporites hexagonalis* Bose y Maheshwari, IG-P 46D (EF) F52. **K,** *Marsupipollenites triradiatus* Balme y Hennelly, BAFC-PI 1483a (EF) G27/1. Figuras B, G, H, J / figures B, G, H, J, x 300, escala gráfica / scale bar = 33 (m). Las restantes / all others, x 500, escala gráfica / scale bar = 20 (m).

más o menos periférico discontinuo, que delimita una cappula oval a subcircular y la presencia de marcados pliegues radiales desde la raíz distal.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000a), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002). **Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano:** Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Dias, 1993; Quadros *et al.*, 1995), Uruguay, Cuenca Paraná (Beri y Goso, 1996; Beri y Daners, 1996). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Potonieisporites congoensis Bose y Maheshwari 1968
Figura 1.F

Sinonimia. Véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (8 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 110-170 μm ; diámetro transversal, 75-100

μm ; diámetro longitudinal del cuerpo, 67,5-80 μm ; diámetro transversal, 55-70 μm .

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Argentina (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Dias, 1993). Otras ocurrencias véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Potonieisporites densus Maheshwari 1967
Figura 1.E

1970 *Florinites* sp. Cauduro, pl. 15-6, lám. 10, fig. 78.

Dimensiones (5 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 92,8-140 μm ; diámetro transversal, 72-105 μm ; diámetro longitudinal del cuerpo, 54,5-62,5 μm ; diámetro transversal, 54,5-70 μm .

Distribución. Carbonífero Tardío: Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Pérmico Temprano:** Brasil

(Cauduro, 1970; Dias, 1993). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Potonieisporites neglectus Potonié y

Lele 1961

Figura 1.H

1970 *Potonieisporites* sp. Daemon y Quadros, p. 379-80, lám. 1, forma P500.

Sinonimia adicional. Véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Dimensiones (7 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 130-165 µm; diámetro transversal, 95-115 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 57,5-85 µm; diámetro transversal, 62,5-85 µm.

Comparaciones. Se separa claramente de *Potonieisporites novicus* por un sistema de pliegues perpendiculares a los ejes mayor y menor.

Distribución. La especie ha sido citada reiteradamente en el Carbonífero Tardío y Pérmico Temprano de cuencas gondwánicas. **Carbonífero Tardío:** Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000b), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano:** Brasil, Cuencas Amazonas y Solimões (Quadros *et al.*, 1995). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Dias, 1993), Bolivia (Ottone *et al.*, 1998). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Potonieisporites novicus Bhardwaj *emend.*

Poort y Veld 1997

Figura 1.K

1970 *Potonieisporites* sp. Daemon y Quadros, p. 380, lám. 2, fig. 417; p. 380-1, lám. 6, forma P410.

1983 *Potonieisporites simplex* Wilson, Lima *et al.*, lám. 4, fig. 9.

1983 *Plicatipollenites* sp. 1, Lima *et al.*, lám. 4, fig. 3.

1993 *Potonieisporites simplex* Wilson, Dias, lám. 7, fig. 2.

Sinonimia adicional. Véanse Balme (1970) y Gutiérrez (1993).

Dimensiones (12 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 115-155 µm; diámetro transversal, 75-115 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 70-85 µm; diámetro transversal, 60-85 µm.

Observaciones. La especie se caracteriza por su cuerpo central horizontalmente oval a subcircular y la presencia de un angosto pliegue intexinal periférico, a veces discontinuo, que define una cáppula amplia, rasgos reconocidos en los especímenes aquí sinonimizados.

Distribución. Es la especie del género *Potonieisporites* más citada en el Carbonífero Tardío y Pérmico Temprano de cuencas gondwánicas. **Carbonífero Tardío:** Brasil, Cuenca Paraná (Souza, 1997; Souza *et al.*, 2000), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy,

1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002), Canadá (Barss, 1967). **Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Quadros *et al.*, 1995), España y Francia (Doubinger y Broutin, 1976; Broutin *et al.*, 1986), Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Dias, 1993), Uruguay, Cuenca Paraná (Mautino *et al.*, 1998b), Argentina, Cuenca Paganzo (Gutiérrez y Césari, 2000), Bolivia (Ottone *et al.*, 1998), Nigeria (Broutin *et al.*, 1990). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Potonieisporites triangulatus Tiwari 1965

Figura 1.I

2000a *Potonieisporites elegans* (Wilson y Kosanke) Wilson y Venkatachala *emend.* Habib, Playford y Dino, lám. 9, figs. 1, 2.

Sinonimia adicional. Véase Gutiérrez (1993).

Dimensiones (2 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 142,5-143 µm; diámetro transversal, 114-115 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 77,5-87 µm; diámetro transversal, 79-87,5 µm.

Distribución. **Carbonífero Tardío:** Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000a), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Pérmico Temprano:** Bolivia (Ottone *et al.*, 1998). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Género ***Divarisaccus*** Venkatachala y

Kar 1966

Especie tipo. *Divarisaccus lelei* Venkatachala y Kar, 1966.

Afinidad botánica. Coniferales, Emporiaceae (Balme, 1995).

Divarisaccus stringoplicatus Ottone 1991

Figura 1.J

1970 *Crucisaccites* cf. *C. latisulcatus* Lele y Maithy, Daemon y Quadros, p. 384, lám. 1, forma P516.

1993 *Divarisaccus* sp. Souza *et al.*, p. 11, lám. 3, fig. 7.

Dimensiones (8 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 93-126 µm; diámetro transversal, 60-96 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 68-100 µm; diámetro transversal, 44-80 µm.

Distribución. **Carbonífero Tardío:** Brasil, Cuenca Paraná (Daemon y Quadros, 1970; Souza *et al.*, 1993, 2000), Argentina (Ottone, 1991; di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001).

Género ***Meristocarpus*** Playford y

Dino 2000

Especie tipo. *Meristocarpus explicatus* Playford y Dino, 2000 b.

Meristocarpus explicatus Playford y

Dino 2000

Figura 2.B

1970 *Protohaploxylinus* sp. Daemon y Quadros, p. 385, lám. 2, forma P416.

1983 *Protohaploxylinus* sp. Lima *et al.*, lám. 5, fig. 7.

Dimensiones (3 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 105,5-180 µm, diámetro transversal, 82,4-101 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 69,6-95 µm; diámetro transversal, 69,6-76,6 µm; cappula, 40-52 µm; estrías, 8-13.

Observaciones. Los ejemplares citados en sinonimia corresponden a granos monosaccados estriados (9-13 estrías) de simetría bilateral portadores de pliegues semilunares, considerados rasgos diagnósticos de *Meristocarpus explicatus*. Asimismo, los especímenes descritos como *Striomonosaccites* sp. 1 por Souza (1996, p. 106-7, lám. 11, fig. 2) y ?*Striomonosaccites* sp. por Souza (2000, p. 103-4, lám X, fig. 8), son coespecíficos con esta especie.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Daemon y Quadros, 1970; Lima *et al.*, 1983), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000b).

Subturma DISACCITES Cookson 1947

Infraturma DISACCITRILETI Leschik 1956

Género *Limitisporites* Leschik *emend.*
Schaarschmidt 1963

Especie tipo. *Limitisporites rectus* Leschik, 1956.

Afinidad botánica. Pteridospermaphyta, Glossopteridales (Gould y Delevoryas, 1977). Coniferophyta (Potonié y Schweitzer, 1960; Clement-Westerhof, 1984).

Observaciones. En este género se incluyen granos bisacados que presentan en el cuerpo central un sistema de plegamiento formado por dos elementos transversales a la máxima elongación del grano, coincidentes con la zona de adherencia distal de los sacos sobre el cuerpo. En la cara proximal de la intexina pueden tener una marca monolete a trilete asimétrica (Gutiérrez, 1993).

Limitisporites rectus Leschik 1956

Figura 1.O

1970 *Limitisporites* cf. *L. rectus* Leschik, Daemon y Quadros, p. 388-9, lám. 6, forma P390.

Dimensiones (10 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 91,6-190 µm; diámetro transversal, 75-110 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 45-95 µm; diámetro transversal, 58-95 µm.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000), Argentina, Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1997, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Carbonífero Tardío / Pérmico Temprano:** Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Daemon y Quadros, 1970; Dias, 1993; Quadros *et al.*, 1995), Uruguay, Cuenca Paraná (Beri y Daners, 1995, 1996,

1998; Beri y Aguilar, 1998), Argentina, Cuenca Paganzo (Gutiérrez y Césari, 2000), Bolivia (Ottone *et al.*, 1998), Australia (Backhouse, 1991), Antártida (Lindström, 1995, 1996). Otros registros, véase Azcuy y di Pasquo (2000).

Limitisporites hexagonalis Bose y

Maheshwari 1968

Figura 2.J

Dimensiones (7 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 95-140 µm; diámetro transversal, 54-95 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 55-95 µm; diámetro transversal, 50-90 µm.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000); Argentina, Cuenca Paganzo (Césari, 1984; Césari y Vázquez Nístico, 1988; Ottone, 1991; Gutiérrez, 1993), Cuenca San Rafael (García, 1996), Cuenca Tarija (di Pasquo *et al.*, 2001), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Carbonífero Tardío / Pérmico Temprano:** Argentina, Cuenca Chacoparaná (Vergel, 1987b). **Pérmico Temprano:** Uruguay, Cuenca Paraná (Mautino *et al.*, 1998b), Argentina, Cuenca Chacoparaná (Césari *et al.*, 1995), Cuenca Paganzo (Gutiérrez y Césari, 2000), Cuenca Uspallata - Iglesia (Ottone y Rossello, 1996), Bolivia (Ottone *et al.*, 1998).

Limitisporites sp.

Figura 1.N

1970 *Limitisporites* sp. Daemon y Quadros, p. 388, lám. 5, forma P430.

Descripción. Grano de polen bisacado, haploxylo-noide a levemente diploxylo-noide, amb oval a subrectangular con angostos puentes exinales. Cuerpo central subcircular. Lesura monolete más o menos recta, siempre bisectando la totalidad del cuerpo y en la mayor parte de las veces abierta (2-18 µm), formando un canal de márgenes paralelos a veces engrosados (1,5-7 µm). Adherencia distal subecuatorial con pliegues semilunares que delimitan una cappula amplia (aproximadamente 1/2 del diámetro longitudinal del cuerpo).

Dimensiones (9 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 107,5-170 µm; diámetro transversal, 50-110 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 53-110 µm; diámetro transversal, 55-100 µm.

Comparaciones. Los especímenes del material de Araçoiaba da Serra descritos como *Limitisporites* sp. por Souza (2000, p. 106, lám. 12, figs. 2 y 4) y el ejemplar citado como forma P430 por Daemon y Quadros (1970, lám. 5), coinciden en sus rasgos diagnósticos con la especie aquí descrita. Una especie próxima es *Limitisporites amazonensis* Playford y Dino 2000b, la cual se separa de la aquí descrita por su marca típicamente dilete casi siempre cerrada y su cuerpo elongado verticalmente (eje transversal).

Scheuringipollenites Tiwari 1973

Especie tipo. *Scheuringipollenites maximus* (Hart) Tiwari, 1973.

Afinidad botánica. Gymnospermae (Quadros *et al.*, 1995).

Scheuringipollenites maximus (Hart)

Tiwari 1973

Figura 2.E

Basiónimo. *Vesicaspora maxima* Hart 1960, p. 10, Lám. 3, fig. 33.

Dimensiones (6 ejemplares). Diámetro mayor, 69,6-97,5 µm; diámetro menor, 70-85 µm.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza *et al.*, 2000). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Quadros *et al.*, 1995), Paraguay (González *et al.*, 1996), África (Höeg y Bose, 1960), Antártica (Lindström, 1995, 1996), Australia (Foster, 1979; Backhouse, 1991), India (Tiwari, 1973). Otros registros previos consultar Lindström (1996).

Infraturma STRIATITI Pant 1954

Género ***Protohaploxypinus*** Samoilovich *emend.* Morbey 1975

Especie tipo. *Protohaploxypinus latissimus* (Luber y Waltz) Samoilovich, 1953.

Afinidad botánica. Pteridospermaphyta, Glossopteridales (Pant y Nautiyal, 1960; Gould y Delevoryas, 1977).

Protohaploxypinus amplus (Balme y

Hennelly) Hart 1964

Figura 2.C y G

1970 *Protohaploxypinus* sp. Daemon y Quadros, p. 385, lám. 5, forma P383.

Sinonimia adicional. Véase Foster (1979).

Basiónimo. *Lueckisporites amplus* Balme y Hennelly 1955, p. 93, Lám. 3, fig. 26.

Dimensiones (21 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 95-130 µm, diámetro transversal, 45-80 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 50-72,5 µm, diámetro transversal, 45-75 µm; diámetro longitudinal de la cappula, 25-40 µm; número de estrías, 7-11.

Distribución. Carbonífero Tardío: Brasil, Cuenca Paraná (Souza, 2000), Cuenca Amazonas (Playford y Dino, 2000b), Argentina, Cuenca Paganzo (Azcuy y Jelín, 1980; Gutiérrez, 1993), Perú, Cuenca Madre de Dios (Azcuy *et al.*, 2002). **Pérmico Temprano,** Brasil, Cuenca Paraná (Dias, 1993), Argentina, Cuenca Paganzo (Menéndez, 1971; Gutiérrez y Césari, 2000), Paraguay (González *et al.*, 1996), Australia (Foster, 1975; Rigby y Hekel, 1977), Africa (Anderson, 1977), Antártida (Lindström, 1995), Omán y Arabia Saudita (Stephenson y Filatoff, 2000). Otros registros previos véanse Foster (1979) y Lindström (1996).

Género ***Hamiapollenites*** Wilson *emend.*

Tschudy and Kosanke 1966

Sinonimia. Véase Hart (1964), Segroves (1969), Azcuy *et al.* (2002).

Especie tipo. *Hamiapollenites saccatus* Wilson, 1962.

Afinidad botánica. Coniferophyta (Potonié, 1967).

Hamiapollenites sp. cf. ***H. insolitus***

(Bharadwaj y Salujha) Balme 1970

Figura 2.I

Sinonimia. Véase Azcuy *et al.* (2002).

Dimensiones (4 ejemplares). Diámetro longitudinal del grano, 94-100 µm, diámetro transversal, 52-65 µm; diámetro longitudinal del cuerpo, 40-60 µm; diámetro longitudinal de la cappula, 15-25 µm.

Observaciones. Los ejemplares aquí estudiados guardan una cierta semejanza con aquéllos descritos e ilustrados por Azcuy *et al.* (2002) como *H. insolitus*, de la Formación Tarma, Perú (Carbonífero Tardío). Sin embargo, el material de Itaporanga es insuficiente para una asignación más precisa.

Distribución. Registros previos de esta especie pueden consultarse en Azcuy *et al.* (2002).

Turma Plicates Naumova *emend.*

Potonié 1960

Subturma PRAECOLPATES Potonié y

Kremp 1954

Género ***Marsupipollenites*** Balme yHennelly *emend.* Balme 1970

Especie tipo. *Marsupipollenites triradiatus* Balme y Hennelly, 1956b.

Afinidad botánica. Pteridospermaphyta, Glossopteridales (Pant y Nautiyal, 1960).

Marsupipollenites triradiatus Balme y

Hennelly 1956b

Figura 2.K

Dimensiones (1 ejemplar). Diámetro mayor, 75,4 µm; diámetro menor, 52 µm; ancho del colpo, 13 µm.

Distribución. Carbonífero Tardío: Argentina, Cuenca San Rafael (García, 1996), Cuenca Tarija (di Pasquo y Azcuy, 1999a; di Pasquo *et al.*, 2001), Perú (Azcuy *et al.*, 2002). **Pérmico Temprano:** Brasil, Cuenca Paraná (Quadros *et al.*, 1995), Uruguay, Cuenca Paraná (Mautino *et al.*, 1998b). Otros registros previos consultar Rigby y Hekel (1977), Lindström (1996) y Azcuy *et al.* (2002).

Subturma MONOCOLPATES Wodehouse

emend. Iversen y Tröels-Smith 1950

Infraturma DIPTYCHES Naumova

emend. Potonié 1958Género ***Cycadopites*** Wodehouse 1933 ex

Wilson y Webster 1946

Cuadro 1. Distribución cuantitativa de las especies autóctonas reconocidas y de los grupos retrabajados de esporas y acritarcas presentes en las muestras estudiadas. La frecuencia de cada taxón se ha calculado sobre aproximadamente 150 ejemplares por muestra. Rango de frecuencia: X (presente) = < 2 %; XXX (frecuente) = entre 2 y 7 %; XXXXXX (abundante) = > 7 %. El * indica la primera cita del taxón en la Cuenca Paraná. / *Quantitative distribution of indigenous species identified and of reworked spores and acritarchs in the studied samples. The frequency of each taxon has been calculated on counts of approximately 150 specimens per sample: X (present) = < 2 %, XXX (frequent) = between 2 and 7 %; XXXXXX (abundant) = > 7 %. The asterisk indicates the first record of the taxon in the Paraná Basin.*

Especies registradas/Niveles	76m	54m	37m	36,5m
Esporas				
<i>Apiculatasporites parviapiculatus*</i>	X			
<i>Apiculatisporis variornatus</i>		XXXXXXX	X	XXX
<i>Apiculiretusispora variornata*</i>	X	X		X
<i>Calamospora hartungiana</i>	X	X	XXX	XXX
<i>Calamospora liquida</i>	X		X	XXX
<i>Convolutispora muriornata*</i>		X		
<i>Convolutispora ordonenzii</i>		XXXXXXX		
<i>Cristatisporites inconstans</i>		X		X
<i>Cristatisporites microvacuolatus</i>	X	XXX		X
<i>Cristatisporites morungavensis</i>			X	X
<i>Cristatisporites stellatus*</i>		X	X	XXX
<i>Cyclogranisporites firmus*</i>			X	
<i>Cyclogranisporites</i> sp.		XXX		X
<i>Dibolisporites disfacies*</i>	X		X	XXX
<i>Discernisporites</i> sp.	X			
<i>Kraeuselisporites sommerii</i>			X	X
<i>Kraeuselisporites volkheimerii*</i>		XXXXXXX	X	X
<i>Leiotriletes virkii</i>		X	X	X
<i>Punctatisporites gretensis</i>	XXX	X	XXX	XXXXXXX
<i>Raistrickia rotunda</i>		X		X
<i>Reticulatisporites passaspectus*</i>		X	X	
<i>Retusotriletes anfractus*</i>		X		
<i>Spelaeotriletes ybertii</i>	X	X	X	
<i>Stenozonotriletes clarus</i>		X	X	
<i>Vallatisporites arcuatus</i>	X		X	X
<i>Vallatisporites ciliaris</i>	XXX	XXXXXXX	XXX	XXXXXXX
<i>Vallatisporites spinosus</i>	X	X	XXXXXXX	X
<i>Vallatisporites vallatus</i>	X			X
<i>Velamisporites</i> sp.	XXX			
<i>Verrucosisporites microtuberosus</i>			X	
Granos de polen				
<i>Caheniasaccites flavatus</i>	X	X	XXX	XXX
<i>Cannanoropollis densus</i>	X	X	X	X
<i>Cannanoropollis janakii</i>	X	XXX	X	X
<i>Circumplicatipollis plicatus*</i>	X			
<i>Crucisaccites monoletus</i>	X			
<i>Cycadopites</i> sp.	XXX	XXX		X
<i>Divarisaccus stringoplicatus</i>	X	XXX		
<i>Hamiapollenites</i> sp. cf. <i>H. insolitus</i>		X	X	X
<i>Limitisporites hexagonalis</i>	X		X	XXX
<i>Limitisporites rectus</i>		XXX		XXX
<i>Limitisporites</i> sp.		X	XXX	X
<i>Marsupipollenites triradiatus</i>			X	
<i>Meristocarpus explicatus</i>	X	X		
<i>Plicatipollenites gondwanensis</i>	X			X
<i>Plicatipollenites malabarensis</i>	XXXXXXX	XXX	XXX	XXX
<i>Plicatipollenites trigonalis</i>	X	X	X	
<i>Potonieisporites barrelis</i>	XXX	X	X	X
<i>Potonieisporites brasiliensis</i>	X	X	X	XXX
<i>Potonieisporites congoensis</i>	X		XXX	X
<i>Potonieisporites densus</i>	XXX		X	
<i>Potonieisporites neglectus</i>	XXX		X	
<i>Potonieisporites novicus</i>	XXX	X	XXX	X
<i>Potonieisporites triangulatus</i>	X		X	
<i>Protohaploxylinus amplus</i>		XXXXXXX	XXX	
<i>Scheuringipollenites maximus</i>		XXX		
Paleofitoplancton				
<i>Deusilites tenuistriatus</i>	XXXXXXX	XXX	XXXXXXX	XXX
<i>Botryococcus braunii</i>	X	X	X	X
<i>Brazilea scissa</i>	X			
Retrabajados				
Esporas	XXX		X	X
Acritarcas y prasinofitas	XXXXXXX	X	X	XXX

Especie tipo. *Cycadopites follicularis* Wilson y Webster, 1946.

Afinidad botánica. Origen polifilético, Ginkgoales, Cycadales y Bennettitales (Couper, 1958; Balme, 1970). Peltaspermeaceae (Townrow, 1960).

***Cycadopites* sp.**

Figura 2.F

Descripción. Grano de polen monocarpado no estriado, de contorno oval y extremos puntiagudos hasta algo angostos redondeados. Colpo longitudinal definido y en general cerrado, presentando engrosamientos o pliegues a ambos lados que varían en ancho desde 5 a 11 µm. Exina lisa y delgada (< 1,5 µm).

Dimensiones (10 ejemplares). Diámetro longitudinal, 86-104 µm; diámetro transversal, 24,5-52 µm.

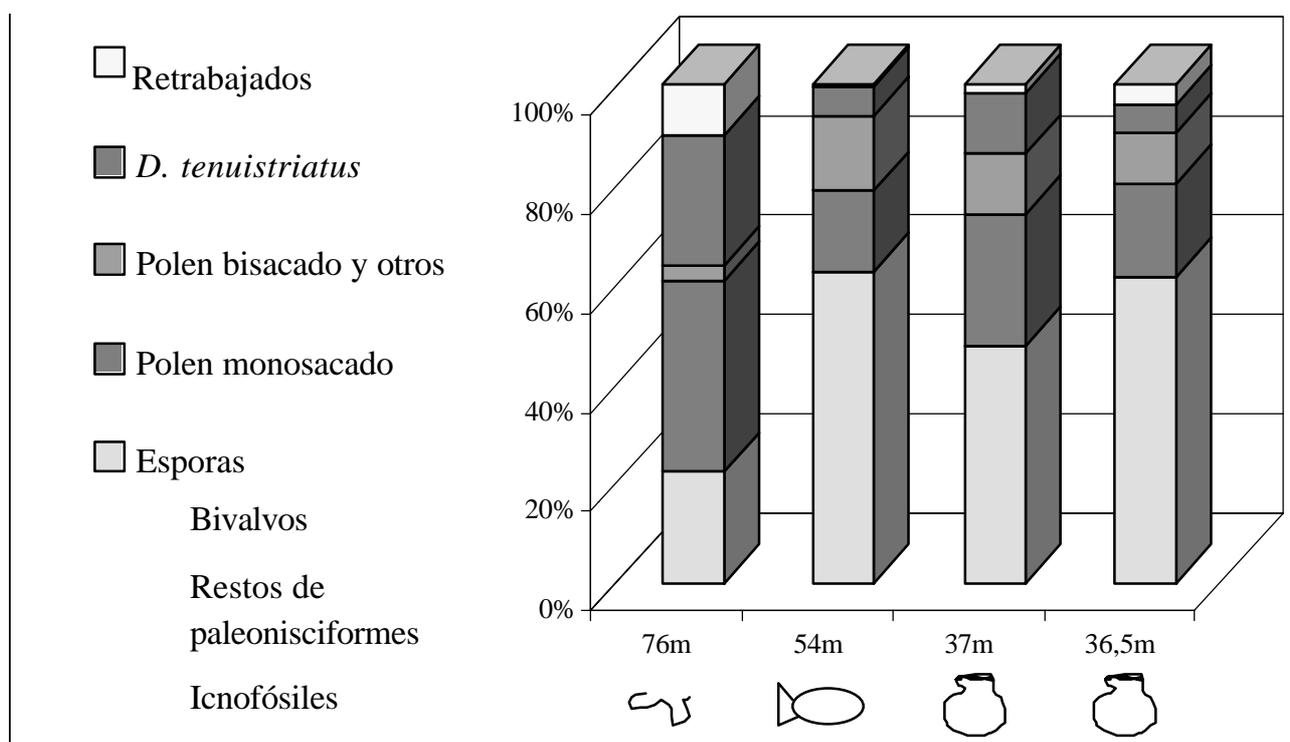
Palinofacies, paleoecología y evolución paleoambiental

El estudio palinológico de las muestras de sondeo de los alrededores de Itaporanga ha brindado una asociación compuesta por 58 especies de palinómorfos, en su mayoría de origen continental. En la misma se reconocen 30 especies de esporas, 17 especies de granos de polen monosacados (una estriada), 6 especies de granos de polen bisacados (dos estriadas), una especie de grano de polen praecolpado y otra de

grano de polen colpado. Entre las formas planctónicas se halló una especie de acritarca (*Deusilites tenuistriatus*) y 2 especies de algas clorofíceas (*Botryococcus braunii* y *Brazilea scissa*) (cuadro 1). Un análisis cuantitativo basado en el conteo de aproximadamente 150 ejemplares por muestra, permitió conocer las abundancias relativas de las especies identificadas y su distribución en los distintos niveles estudiados (véase cuadro 1). Los porcentajes de grupos mayores de palinómorfos autóctonos y el correspondiente al conjunto de formas retrabajadas se muestran en el cuadro 2. Las afinidades botánicas de los géneros aquí estudiados surgen de los diversos trabajos citados en el texto.

En cuanto al análisis palinofacial han sido considerados los lineamientos y conceptos generales y particulares sobre este tema y su aplicación principalmente en la interpretación paleoambiental presentados por Tyson (1995) y Batten (1996). Di Pasquo y Azcuy (1999b), al estudiar los palinómorfos del Carbonífero Tardío hallados en el área del río Caraparí (Cuenca Tarija, Argentina), relacionaron sus afinidades botánicas, sus requerimientos paleoecológicos y otros datos tafonómicos y sedimentológicos obtenidos para proponer una evolución paleoambiental y paleoclimática de esa área. De manera similar ha sido encarado el análisis palinofacial de los cuatro niveles aquí estudiados, el cual se detalla en

Cuadro 2. Representación esquemática de abundancias relativas (%) de grupos palinológicos mayores, autóctonos y retrabajados. Se muestra también la ubicación de otras evidencias paleontológicas en los niveles estudiados. En el cuadro 1 se presentan los porcentajes correspondientes a este cuadro. / *Schematic representation of relative abundances (%) of indigenous and reworked major palynologic groups. The presence of other fossils in the samples studied is also shown. Percentages are documented in table 1.*



los párrafos que siguen, considerando principalmente la abundancia relativa de diferentes grupos paleobotánicos reconocidos y las diferencias composicionales (abundancia relativa de palinomorfos y palinodetritos, abundancia relativa entre grupos mayores de palinomorfos, véase el cuadro 2) y el tipo de preservación de la materia orgánica (e.g., madurez térmica, fragmentación, presencia de tetradas, piritización). Estas características y otras como la presencia de megafósiles y el tipo de litología permitieron interpretar cambios en las condiciones de sedimentación sobre los cuales se basa la evolución paleoclimática y paleoambiental propuesta para la sucesión litoestratigráfica analizada.

La materia orgánica presente en el nivel 76 m muestra un color heterogéneo. Los granos de polen varían en color desde castaño claro hasta oscuro y se encuentran en su mayoría enteros y biocorroidos mientras otros pocos están fragmentados. Las esporas autóctonas (principalmente de licofitas) aparecen en general mal preservadas y de color oscuro en tanto que las esporas reabajadas son de color castaño oscuro a negro. Los palinodetritos son subordinados y fragmentarios y entre ellos se reconocen restos leñosos, cutículas y material carbonizado (*charcoal?*). El acritarca *Deusilites* presenta color amarillo claro y sus ejemplares están mayoritariamente completos. La presencia de granos de polen enteros y fragmentados parece sugerir dos modos de transporte diferentes: aéreo y fluvial respectivamente. A través de cursos de agua también habrían alcanzado el depósito las esporas de licofitas, los palinodetritos y el material reabajado (véase el cuadro 1), posiblemente luego de un transporte algo prolongado. *Deusilites* habría constituido el paleofitoplancton del área de depositación. Formas fusiformes carentes de procesos y monoespecíficas similares a *Deusilites* son interpretadas por Tappan (1980) como asociaciones propias de ambientes próximos a la costa (incluyendo ambientes mixtos o *brackish*). El fondo habría sido más o menos oxigenado como se infiere de la presencia de trazas fósiles (véanse el cuadro 2 y la figura 2 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.* este volumen) y la ausencia de piritita. El ingreso episódico de material clástico fino habría permitido la preservación de las evidencias paleontológicas señaladas. Las escasas colonias de *Botryococcus* registradas en los cuatro niveles estudiados son interpretadas como resultado de transporte fluvial desde ambientes continentales cercanos (Batten, 1996), aunque no se descarta que puedan ser indicadoras de ambientes *brackish* (Batten y Grenfell, 1996). Estas características palinofaciales sumadas a la ausencia de braquiópodos y a una sedimentación clástica episódica, sugieren un paleoambiente de depositación marino costero, probablemente estuárico.

En el nivel 54 m se registra un importante incremento de las esporas en tanto que el porcentaje de *Deusilites* disminuye y el de los granos de polen (monosacados y bisacados) se mantiene más o menos constante en comparación con su proporción en los otros niveles (véase el cuadro 2). El color de la materia orgánica es más homogéneo, entre amarillo más o menos claro a caramelo, excepto la mayoría de los granos de polen, de color castaño. Las esporas de Lycophyta y Pteridophyta se encuentran bien preservadas y enteras; es destacable la presencia de varias tetradas de *Vallatisporites*. *Deusilites* mantiene su color amarillo claro y sus ejemplares se presentan enteros aunque subordinados en número. Hay dos tipos de preservación dentro de los granos de polen, un conjunto de ejemplares fragmentados o sin cuerpo central y otro de formas enteras con piritita frambooidal. Los palinodetritos vegetales son más abundantes que en los otros niveles estudiados; en particular los fragmentos de cutículas y de materia orgánica amorfa presentan un variado rango en el color; también hay restos escasos de leño e hifas castaño oscuro y otros carbonizados (negros). Esta variación en la coloración de los detritos vegetales podría sugerir que muchos de ellos sean reabajados (Batten, 1996). Los restos de cutículas derivados principalmente de las hojas, decrecen rápidamente en abundancia hacia los ambientes marinos marginales, siendo muy poco frecuentes en ambientes marinos abiertos (Batten, 1996). La afinidad botánica de los géneros reconocidos muestra un predominio de las pteridofitas, plantas con un marcado requerimiento de humedad, sobre las gimnospermas primitivas relacionadas a las Pteridospermaphyta, Cordaitales y Coniferales (*Cannanoropollis*, *Plicatipollenites*, *Potonieisporites*, *Caheniasaccites* y *Limitisporites*), las cuales podrían en parte haber coexistido con las primeras o formado bosques relativamente cercanos pero más alejados de los espejos de agua que sirvieron de habitat a las primeras. Los géneros de Lycophyta que dominan principalmente en el nivel 54 m son *Vallatisporites*, *Kraeuselisporites* y *Cristatisporites*, los de Pteridophyta incluyen *Apiculatisporis* y *Convolutispora*, en tanto que los de Sphenophyta representados por *Calamospora*, se encuentran subordinados (véase el cuadro 1). La piritización diferencial de los granos de polen podría explicarse teniendo en cuenta las dos formas en que éstos alcanzan el área de depositación: fluvial y aérea. En el primer caso, el aporte clástico de material fino en suspensión de origen continental (con abundantes esporas y tetradas de licofitas además de granos de polen) habría sido episódico y alternante entre períodos estacionales lluviosos (abundante material clástico fino provisto por ríos caudalosos) y de sequía (escaso aporte). Esta dualidad estacional podría explicar durante los períodos secos la existencia de

fondos anóxicos con escasa sedimentación, en los cuales se favorecería la permanencia de granos de polen introducidos por lluvia polínica al depocentro (segundo caso transporte aéreo), y el desarrollo de una diagénesis temprana con la formación de pirita framboidal en ellos (Batten, 1996; Scasso y Limarino, 1997). Temperaturas algo más elevadas en las condiciones del fondo del depocentro durante el período de sequía algo más cálido también habrían favorecido el proceso de piritización (Tyson, 1995). Por otra parte, es posible que el período de maduración y dispersión de las esporas hubiera coincidido con el de mayor caudal de los ríos hacia finales del verano o durante el otoño. Este incremento abrupto en la tasa de sedimentación habría producido la interrupción del proceso de piritización soterrando bajo condiciones de anoxia (no hay evidencias de bioturbación ni de invertebrados) todos los palinomorfos encontrados en este nivel. Estas evidencias también son avaladas por la presencia de restos de peces paleonisciformes (véanse cuadro 5, y el cuadro 3 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.* este volumen). Las evidencias expuestas permiten interpretar un paleoambiente de depositación con condiciones marinas restringidas, posiblemente de lagunas costeras, sugiriendo un leve descenso relativo del nivel del mar y un paleoclima algo más húmedo y templado con una estación seca en parte algo más cálida, respecto de las condiciones presentadas en el nivel 76 m (véase la figura 2 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.* este volumen).

En los niveles 37 m y 36,5 m la materia orgánica presenta un color heterogéneo. Un grupo de granos de polen presenta ejemplares enteros y biocorroidos de color caramelo algo más claro que otro conjunto de formas fragmentadas de color castaño oscuro. Un tercer grupo presenta un color amarillo claro evidenciando oxidación. No se observa piritización. Las esporas en general se presentan de dos maneras, rotas y de color castaño oscuro versus enteras y de color caramelo. Dentro del material detrítico vegetal predominan los restos carbonizados acompañados por subordinadas y muy fragmentadas hifas, leños y materia orgánica amorfa de color castaño oscuro a negro. Ejemplares de *Deusilites* de color amarillo claro, enteros y algo corroidos pueden atribuirse a las condiciones algo oxidantes del fondo. Dichas condiciones oxidantes están sustentadas por la presencia de conchillas de bivalvos (*Nuculana*, posiblemente infaunal, somero y detritívoro), en ambos niveles estudiados. Además, escasos metros por arriba, en el nivel 33 m (véase la figura 2 en la parte 1 de esta contribución) del cual no hay información palinológica, se registran bivalvos asociados a braquiópodos como *Orbiculoidea*, el cual habría sido un organismo filtrador bentónico epifaunal, apoyado o fijo en fondos

fangosos y blandos de acuerdo con Sterren (2000). Mezzalira (1956) interpreta que estos invertebrados habrían habitado un ambiente de plataforma marina interna, posiblemente por debajo de la base de ola, teniendo en cuenta las características tafonómicas de las conchillas (enteras y bien preservadas) y la litología fina en la que se encuentran con escasas estructuras sedimentarias (véanse la figura 2 y el cuadro 3 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.*, este volumen). Las características palinofaciales de estos niveles también apoyarían esta interpretación, especialmente por la ausencia de pirita, la presencia de palinodetritos, abundantes miosporas y relativa abundancia de *Deusilites* (véase el cuadro 2), lo cual sugiere además una relativa proximidad con la línea de costa (Batten, 1996).

La idea de un ambiente marino de plataforma en la sedimentación de los dos últimos niveles analizados permite interpretar un aumento del nivel del mar que no deja dudas de la existencia de un corto episodio de transgresión marina. Por otra parte, por lo menos cuatro episodios de inundación marina han sido reconocidos en la Cuenca Paraná relacionados con abruptas oscilaciones del nivel del mar (Dos Santos *et al.*, 1996). Aguas francamente marinas inundaron las áreas costeras de los niveles inferiores representados por sedimentos de bahías estuáricas, como consecuencia del retroceso de los hielos en períodos de deglaciación (véase la figura 2 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.*, este volumen; França y Potter, 1991; Dos Santos *et al.*, 1996; Souza, 1998). Asimismo, la presencia en el Subgrupo Itararé de diamictitas y ritmitas vinculadas a episodios de glaciación, resultan coherentes con la posición paleolatitudinal que habría ocupado esa parte de la cuenca durante el desplazamiento de la placa sudamericana entre el Carbonífero Medio y Tardío (80° a 50° de paleolatitud sur, véanse las figuras 6.B y C en Azcuy y di Pasquo, 1999).

Un elemento sugestivo y en cierto modo controvertido es la abundante presencia de *Deusilites* en los cuatro niveles analizados. La evolución paleoambiental aquí propuesta permite confirmar que se trata de una forma eurihalina que puede habitar aguas marinas hasta salobres (Souza, 1998). Esta forma se conoce hasta ahora solamente en las cuencas Chacoparaná (Gutiérrez *et al.*, 1997), Paraná (Dias, 1993; Souza, 1998; Souza *et al.*, 2000) y Tarija (di Pasquo *et al.*, 2001).

Edad de la asociación

En el cuadro 3 están representadas un conjunto de especies seleccionadas, de las cuales se han descartado mayoritariamente aquéllas correspondientes a granos de polen monosacados y esporas lisas cuyo

rango es longevo y de poco significado estratigráfico. La mayor parte de las especies elegidas tienen representación en el Carbonífero Tardío tardío. Sin embargo, un alto número de ellas también son comunes en el Carbonífero Tardío temprano y en el Pérmico Temprano temprano (véase el ítem Distribución en Descripciones sistemáticas, en esta parte y en di Pasquo *et al.*, este volumen).

Sobre la base de la información mostrada en el cuadro 3, la asociación palinológica obtenida en la localidad de Itaporanga es atribuida al Carbonífero Tardío tardío. La presencia en la asociación de especies como *Convolutispora muriornata*, *Cristatisporites stellatus*, *Reticulatisporites passaspectus*, *Kraeuselisporites volkheimerii*, *Circumplicatipollis plicatus* y *Divarisaccus stringoplicatus*, restringidas al Carbonífero Tardío como así también, el registro de *Crucisaccites monoletus*, *Marsupipollenites triradiatus*, *Scheuringipollenites maximus* y *Protohaploxypinus amplus*, formas que aparecen en el Carbonífero Tardío tardío y continúan en el Pérmico Temprano, sustentan la edad de la asociación. Esta antigüedad se ve reforzada por la ausencia de formas típicas del Pérmico Temprano como *Vittatina*, *Pakhapites*, *Lueckisporites*, entre otros taxones diagnósticos.

Los autores han evitado el uso, dentro del Carbonífero Tardío, de unidades cronoestratigráficas de Europa Occidental, de la Plataforma Rusa o de Norteamérica en razón que tales unidades están fundadas en grupos de fósiles mayoritariamente no reconocidos en el Gondwana de América del Sur. Por esta razón, resulta más objetivo considerar por el momento al Carbonífero Tardío separado en dos partes, una temprana y otra tardía. La sustentación de este criterio se basa en la longevidad de los grupos de fósiles vinculada con procesos de englazamiento presentes en las cuencas reconocidas en la región, en oposición con los más diversos grupos de fósiles presentes en regiones de la franja ecuatorial, los cuales han permitido establecer una profusa subdivisión cronológica no aplicable en el Gondwana.

Bioestratigrafía y correlación

Sobre la base de las asociaciones palinológicas previamente reconocidas en la Cuenca Paraná, resulta dificultoso establecer correlaciones seguras en el Carbonífero Tardío tardío. Las asociaciones de Araçoiaba da Serra (Lima *et al.*, 1983; Souza, 1996), Buri (Souza *et al.*, 1993) y Monte Mor (Souza *et al.*, 1997) poseen especies de esporas que no ocurren en Itaporanga como *Anapiculatisporites argentinensis* Azcuy, *Foveosporites hortonensis* (Playford) Azcuy, *Cristatisporites menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford. Estas especies son indicativas de la Biozona *Ahrensia* *cris-*

Cuadro 3. Rango bioestratigráfico de las especies seleccionadas presentes en el Subgrupo Itararé, tomado principalmente de registros previos de cuencas gondwánicas del sur de América del Sur. Correlación aproximada: Carbonífero Tardío temprano = Namuriano B-C-Westfaliano; Carbonífero Tardío tardío = Estefaniano; Pérmico Temprano = Asseliano-Kunguriano. Las líneas punteadas indican registros dudosos. / *Stratigraphic ranges of selected miospores present in the Itararé Subgroup samples, based mainly on previous records from southern South American basins. Tentative correlations: early Late Carboniferous = Namurian B-C-Westphalian; late Late Carboniferous = Stephanian; Early Permian = Asselian-Kungurian. Dotted lines represent doubtful records.*

CARBONÍFERO		PÉRMICO	CRONOESTRATIGRAFÍA
TARDÍO		TEMPRANO	
TEMPRANO	TARDÍO	TEMPRANO	ESPECIES
	---		<i>Convolutispora muriornata</i>
	---		<i>Cristatisporites stellatus</i>
			<i>Reticulatisporites passaspectus</i>
			<i>Kraeuselisporites volkheimerii</i>
			<i>Circumplicatipollis plicatus</i>
		---	<i>Dibolisporites disfacies</i>
			<i>Vallatisporites ciliaris</i>
			<i>Plicatipollenites trigonalis</i>
			<i>Potonieisporites</i> spp.
			<i>Caheniasaccites flavatus</i>
			<i>Cristatisporites inconstans</i>
			<i>Vallatisporites arcuatus</i>
			<i>Spelaeotriletes ybertii</i>
		→	<i>Limitisporites hexagonalis</i>
		→	<i>Limitisporites rectus</i>
---			<i>Divarisaccus stringoplicatus</i>
			<i>Deusilites tenuistriatus</i>
			<i>Vallatisporites spinosus</i>
		→	<i>Convolutispora ordonenzii</i>
			<i>Crucisaccites monoletus</i>
		→	<i>Marsupipollenites triradiatus</i>
		→	<i>Scheuringipollenites maximus</i>
		→	<i>Protohaploxypinus amplus</i>

tatus propuesta por Souza (2000), formalizada por Souza y Marques-Toigo (2001), registradas en la porción inferior del Subgrupo Itararé (Carbonífero Tardío temprano).

En comparación con la lista de especies aquí presentada (véase el cuadro 1), los resultados palinológicos preliminares de la localidad de Jundiá (Souza *et al.*, 2000) resultan ser los más próximos. Sin embargo, esta última localidad no muestra la diversidad de esporas reconocida en Itaporanga. La presencia de

Cuadro 4. Se presentan los porcentajes de grupos palinológicos mayores autóctonos y retrabajados correspondientes al cuadro 2. / *Percentages of indigenous and reworked major palynologic groups used for chart 2.*

Grupos Palinológicos	76m	54m	37m	36,5m
Esporas	22,1%	62,2%	47,4%	61,4%
Polen monosacado	38,3%	16,4%	26,7%	18,9%
Polen bisacado y otros	3,4%	15,1%	12,1%	10,2%
D. tenuistriatus	26,2%	5,9%	12,1%	5,5%
Retrajados	10,1%	0,4%	1,7%	3,9%

Crucisaccites monoletus en ambas asociaciones sugiere su vinculación con la Biozona homónima (Souza y Marques-Toigo, 2001), en la cual Souza (2000) reunió además otras dos asociaciones halladas en las localidades de Itú y Salto (Estado de São Paulo). Todas estas asociaciones se ubicarían en la porción media del Subgrupo Itararé.

Algunas especies citadas por Daemon y Quadros (1970) están presentes en el material de Itaporanga: *Cannanoropollis janakii* (P522), *Plicatipollenites trigonalis* (P490), *P. malabarensis* (P550), *Potonieisporites neglectus* (P500), *Potonieisporites novicus* (P410 y P417), *Divarisaccus stringoplicatus* (P516), *Caheniasaccites flavatus* (P479) y *Protohaploxypinus amplus* (P383). Según la distribución bioestratigráfica de los taxones presentada por los autores citados, los niveles aquí estudiados serían correlacionables con el intervalo G y con parte de los subintervalos H1 y H2 (véase el cuadro 2 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.*, este volumen).

Por otra parte, las asociaciones palinológicas de la porción superior del Subgrupo Itararé y de la base del Subgrupo Guatá atribuidas al Pérmico Temprano, presentan una notable participación y diversidad de granos de polen teniados y poliplicados (e.g., *Protohaploxypinus*, *Hamiapollenites*, *Vittatina*), como ocurre en las localidades de Serra dos Paes (Souza *et al.*, 1999) y en Cerquillo (Souza *et al.*, 2001) en el Estado de São Paulo. Estas asociaciones corresponden a la Sub-zona *Protohaploxypinus goraiensis*, base de la Zona *Vittatina* (véase el cuadro 2 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.*, este volumen; Souza y Marques-Toigo, 2001).

Según Loczy (1964), la ocurrencia de invertebrados marinos relacionados con eventos interglaciales en la parte alta del Subgrupo Itararé estaría vinculada al "Folhelho Passinho" identificado en diversas localidades de la cuenca Paraná, como Itaporanga y Capivari. La fauna de Itaporanga (Mezzalira, 1956), reconocida en la parte media del Subgrupo Itararé, se caracteriza por su longevidad y baja diversidad lo cual dificulta su correlación con las otras asociaciones de invertebrados. En cambio, desde el punto de vista palinológico se pueden diferenciar las microfloras de ambas localidades principalmente por la

ausencia en la palinoflora de Itaporanga (véase el cuadro 1) de taxones como *Vittatina* e *Illinites unicus* registrados en Capivari (Daemon, 1974). Estos elementos, característicos de la parte superior del Subgrupo Itararé y atribuidos al Pérmico Temprano (Daemon y Quadros, 1970; Marques-Toigo, 1991; Souza, 2000), impiden la correlación de ambas palinofloras.

Conclusiones

Desde el punto de vista morfotaxonómico, se describe una especie nueva y se presentan cuidadas listas sinonímicas que contribuyen a uniformar la nomenclatura de algunos taxones reconocidos en Brasil y Argentina, mejorando las correlaciones entre palinofloras presentes en cuencas neopaleozoicas de América del Sur.

De acuerdo con las características palinofaciales y las evidencias paleontológicas (presencia de icnofósiles, restos de peces, fósiles marinos y % de palinomorfos), mencionadas en el cuadro 3 (presentado en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.*, este volumen) y en los cuadros 1 y 2, se sugieren tres etapas en la evolución de las condiciones paleoambientales del depocentro (véase la figura 2 en la parte 1 de esta contribución, di Pasquo *et al.* este volumen): un primer estadio referido a condiciones estuáricas se registra en el nivel 76 m; una segunda etapa atribuida a un ambiente de laguna marginal restringida, correspondiente al nivel 54 m y finalmente, un tercer estadio interpretado como una plataforma marina de baja energía con salinidad normal es reconocido en los niveles 37 y 36,5 m. El muy alto porcentaje de elementos de origen continental reconocidos en la palinoflora parece indicar, para la sección de Itaporanga, condiciones litorales con muy fuerte influencia continental particularmente durante la deposición del nivel 54 m. Aquí se registra un importante contenido en esporas de licofitas y pteridofitas (véase el cuadro 1), la presencia de tetradas de licofitas y la piritización de gran parte de los granos de polen sugiriendo un descenso del nivel del mar que permitió el desarrollo de ambientes lagunares marginales con fondos anóxicos. La presencia de bioturbación en el nivel 76 m indica fondos más oxigenados y los bivalvos y braquiópodos en los niveles 37 y 36,5 m señalan condiciones marinas normales y fondos oxigenados. Estos cambios en las condiciones paleoambientales estarían vinculados principalmente con el aporte de sedimentos a la plataforma y las variaciones en la línea de costa producidas por fluctuaciones glacio-eustáticas e isostáticas, vinculadas con la posición paleolatitudinal de la placa sudamericana durante el Carbonífero Tardío/Pérmico Temprano.

La evolución paleambiental aquí propuesta permite confirmar que *Deusilites* (presente en los cuatro niveles analizados) es una forma marina hasta salobre (eurihalina) y por lo tanto no indicadora por sí misma de un tipo de paleoambiente determinado.

Los niveles marinos estudiados son ubicados en la Biozona *Crucisaccites monoletus* Souza y Marques-Toigo, referible a la parte media a superior del Subgrupo Itararé. Desde el punto de vista geocronológico, la asociación palinológica descrita en la localidad de Itaporanga (Cuenca Paraná) es atribuida al Carbonífero Tardío tardío, sobre la base de las especies seleccionadas en el cuadro 3.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Setembrino Petri, Antônio Roberto Saad y Pablo Pazos por la lectura crítica y sugerencias efectuadas al manuscrito. También, al Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias y Naturales (UBA) y al Instituto Geológico/SMA, por facilitar los medios para la concreción de esta contribución. A la ANCYPT (Proy. 1864/97) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 4024/96) de Argentina y a FAPESP (Proy. 97/03639-8) de Brasil, por el apoyo económico recibido.

Referencias

- Archangelsky, S. y Cúneo, R. 1987. Ferugliocladaeae, a new conifer family from the Permian of Gondwana. *Review of Palaeobotany and Palynology* 51: 3-30.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M.M. 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. En: R. Caminos (Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29: 239-260. Buenos Aires.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M. 2000. Palynology of the Late Carboniferous from the Tarija Basin, Argentina: a systematic review of monosaccate pollen genera. *Palaeontographica B* 253: 103-137.
- Azcuy, C.L. y Gutiérrez, P.R. 1984. Miosporas seleccionadas de algunas secuencias carbónicas de Argentina. *3º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Corrientes, 1982), Actas 4: 47-52.
- Azcuy, C.L. y Gutiérrez, P.R. 1985. Palinología de sedimentitas carbónicas de La Cuenca San Rafael. *Ameghiniana* 22: 97-109.
- Balme, B.E. y Hennelly, J.P.F. 1955. Bisaccate sporomorphs from Australian Permian coals. *Australian Journal of Botany* 3: 89-98.
- Batten, D.J. 1996. 26. Palynofacies. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3: 1011-1084.
- Beri, A. y Aguilar, C.G. 1998. Resultados palinológicos y estratigráficos de la Formación San Gregorio (Pérmico Inferior), Uruguay. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências* 3: 108-119.
- Bharadwaj, D.C. 1964a. *Potonieisporites* Bharadwaj, ihre Morphologie, Systematik und Stratigraphie. *Fortschritte der Geologie Rheinland und Westfalen* 12: 45-54.
- Bharadwaj, D.C. 1964b. The organization in pollen grains of some early conifers. *The Palaeobotanist* 12:18-27.
- Bharadwaj, D.C., Kar, R.K. y Navale, G.K.B. 1976. Palynostratigraphy of the Lower Gondwana deposits in Paraná and Maranhão basins, Brazil. *Biological Memoirs, Paleopalynology, Series* 3 1: 53-108.
- Bose, M.N. y Kar, R.K. 1966. Palaeozoic *Sporae dispersae* from Congo. I. Kindú Kalima and Walikale regions. *Annales du Musée Royal du Congo Belge, Sciences Géologiques, Serie in-8* 53, 238 p. Tervuren.
- Broutin, J., Doubinger, J., Langiaux, J. y Primey, D. 1986. Conséquences de la coexistence de flores à caractères stéphaniens et autuniens dans la bassins limniques d'Europe occidentale. *Mémoires Société Géologique de France, n.s.* 149 :15-25.
- Broutin, J., Doubinger, J., El Hamet, M.O. y Lang, J. 1990. Palynologie comparée du Permien nigérien (Afrique occidentale) et Périthésien. Implications stratigraphiques et phytogéographiques. *Review of Palaeobotany and Palynology* 66: 243-261.
- Cazzulo-Klepzig, M., Marques-Toigo, M. y Corrêa Da Silva, Z. 1992. Peat-forming environments of the Permian Gondwanic southbrazilian coals. *3º Latin American Congress on Organic Geochemistry, Abstracts*: 125.
- Césari, S.N. 1984. Palinología de la Formación Tupe (Paleozoico Superior), Sierra de Maz, Provincia de La Rioja. Parte I. *Ameghiniana* 21: 85-102.
- Césari, S.N. y Vázquez Nístico, B. 1988. Palinología de la Formación Guandacol (Carbonífero), Provincia de San Juan, República Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 20: 39-58.
- Clement-Westerhof, J.A. 1984. Aspects of Permian paleobotany and palynology. IV The conifer *Ortiseia* Florin from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special references to a revised concept. *Review of Palaeobotany and Palynology* 41: 51-166.
- Couper, R.A. 1958. British Mesozoic microspores and pollen grains. *Paleontographica B* 103: 75-179.
- 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.
- di Pasquo, M.M., Azcuy, C.L. y Souza, P.A. 2003. Palinología del Carbonífero Superior del Subgrupo Itararé en Itaporanga, Cuenca Paraná, Estado de São Paulo, Brasil. Parte I: sistemática de esporas y paleofitoplancton. *Ameghiniana* 40: 277-296.
- Doubinger, J. y Broutin, J. 1976. Premières études palynologiques dans le bassin autuno-stéphaniens de Guadalcanal (Nord de la Province de Séville, Espagne du Sud). *Bulletin Société Géologique de France* 7: 1033-1040.
- Foster, C.B. y Waterhouse, J.B. 1988. The *Granulatisporites confluens* Opper-Zone and Early Permian marine faunas from the Grant Formation on the Barbwire Terrace, Canning Basin, Western Australia. *Australian Journal of Earth Science* 35: 135-157.
- França, A.B. y Potter, P.E. 1991. Stratigraphy and Reservoir Potential of Glacial Deposits of the Itararé Group (Carboniferous-Permian), Paraná Basin, Brazil. *The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin* 75: 62-85.
- García, G.B. 1996. Palinología de la Formación El Imperial, Paleozoico Superior, Cuenca San Rafael, Argentina. Parte II: Granos de polen, *incertae sedis*, Acritarcas. *Ameghiniana* 33: 7-33.
- Gilby, A.R. y Foster, C.B. 1988. Early Permian palynology of the Arckaringa Basin, South Australia. *Palaeontographica B* 209: 167-191.
- Gould, R.E. y Delevoryas, T. 1977. The biology of *Glossopteris*. Evidence from petrified seed-bearing organs. *Alcheringa* 1: 387-399.
- Guerra-Sommer, M., Marques-Toigo, M. y Corrêa-da-Silva, Z. 1991. Original biomass and coal deposition in southern Brazil (Lower Permian, Paraná Basin). *Bulletin Société Géologique de France* 162: 227-237.
- Gutiérrez, P.R. 1993. Palinología de la Formación Agua Colorada (Carbonífero Superior), Sierra de Famatina, Provincia de La Rioja, Argentina. I. Granos de polen. *Ameghiniana* 30: 163-212.
- Gutiérrez, P.R. y Césari, S.N. 2000. Palinología de la Formación Bajo de Veliz (Pérmico Inferior), San Luis, Argentina: revisión

- sistemática y consideraciones bioestratigráficas. *Ameghiniana* 37: 439-462.
- Hart, G.F. 1960. Microfloral investigation of the Lower Coal Measures (K2); Ketewaka-Mchuchuma Coalfield, Tanganyika. *Bulletin of Geological Survey of Tanganyika* 30: 1-18.
- Hart, G.F. 1964. A review of the classification and distribution of the Permian miospores: Disaccate Striatiti. *5º Congrès International Stratigraphie et Géologie du Carbonifère* (Paris 1963), *Comptes Rendus* 1: 1117-1129.
- Höeg, A.O. y Bose, M.N. 1960. The *Glossopteris* Flora of the Belgian Congo. *Annales du Musée Royal du Congo Belge, Série in-8º, Sciences géologiques* 32, 109 p. Tervuren.
- Lele, K.M. 1964. Studies in the Talchir flora of India: 2. Resolution of the sporegenus *Nuskoisporites* Potonié & Klaus. *The Palaeobotanist* 12: 147-68.
- Lele, K.M. y Maithy, P.K. 1964. An unusual monosaccate spore from the Karharbari Stage, Giridih Coalfield, India. *The Palaeobotanist* 12: 307-313 (1963).
- Lele, K.M. y Maithy, P.K. 1969. Miospore assemblage of the Ganjra Nalla Beds, South Rewa Gondwana Basin, with some remarks on the age of the beds. *The Palaeobotanist* 17: 298-309.
- Lele, K.M. y Srivastava, A.K. 1979. Lower Gondwana (Karharbari to Raniganj Stage) miofloral assemblages from the Auranga Coalfield and their stratigraphical significance. *4º International Palynological Conference* (Lucknow 1976-77), *Actas* 2: 152-164.
- Leschik, G. 1956. Spores aus den Salzten des Zechsteins von Neuhof (Bei Fulda). *Palaeontographica B* 100: 125-141.
- Limarino, C.O. y Césari, S.N. 1987. Consideraciones sobre la edad de la sección superior del Grupo Paganzo (Paleozoico superior), República Argentina. *4º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (La Paz), *Actas* 1: 315-330.
- Loczy, L. 1964. Problemas da estratigrafia e paleogeografia carbonífera da Bacia do Paraná. *Ministério das Minas e Energia, Divisão de Geologia e Mineralogia, Boletim* 214: 7-65.
- Maheshwari, H.K. 1967. Studies in the *Glossopteris* Flora of India - 29. Miospore assemblage from the Lower Gondwana exposures along Bansloi River in Rajmahal Hills, Bihar. *The Palaeobotanist* 15: 258-280 (1966).
- Maithy, P.K. 1965. Studies in the *Glossopteris* flora of India. 27. *Sporae dispersae* from the Karharbari beds in the Giridish coalfield, Bihar. *The Palaeobotanist* 13: 291-307.
- Menéndez, C.A. 1976. Contenido palinológico de estratos pérmicos con "Mesosaurus" de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia"*, *Paleontología* 2: 1-30.
- Morbey, S.J. 1975. The palynostratigraphy of the Rhaetian Stage, Upper Triassic in the Kendelbachgraben, Austria. *Palaeontographica B* 152: 1-75.
- Nygreen, P.W. y Bourn, O.B. 1967. Morphological variation of *Potoniopsisporites* in a Late Pennsylvanian florule. *Review of Palaeobotany and Palynology* 3: 325-332.
- Ottone, E.G. y Azcuy, C.L. 1986. El perfil de la Quebrada la Delfina, provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 41: 124-136.
- Ottone, E.G. y Azcuy, C.L. 1988. *Circumplicatipollis*, nuevo género de polen monosacado del Paleozoico superior de Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 20: 245-249.
- Ottone, E.G. y Azcuy, C.L. 1989. Datos palinológicos de la Formación Guadacol (Carbonífero) en la Quebrada la Delfina, Provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 26: 191-208.
- Ottone, E.G. y Rossello, E.A. 1996. Palinomorfos pérmicos de la Formación Puerta, cordillera frontal, Argentina. *Ameghiniana* 33: 453-456.
- Ottone, E.G., Rossello, E.A., Simanuskas, T. y Vachard, D. 1998. Palaeontology and biostratigraphy of the Late Palaeozoic Copacabana Group at the Angosto del Beu, Bolivia. *Ameghiniana* 35: 87-96.
- Piccoli, A.E.M., Marques-Toigo, M., Dias-Fabrizio, M.E. y Cazzulo-Klepzig, M. 1985. Correlação de seqüências sedimentares na bacia carbonífera de Charqueadas (RS) com base em dados lito e biofaciológicos. *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos, Série Geologia, 27, Seção Paleontologia e Estratigrafia*, vol. 2, p. 419-426.
- Playford, G. y Dino, R. 2000a. Palynostratigraphy of Upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part One. *Palaeontographica B* 255: 1-46.
- Poort, R.J. y Veld, H. 1997. Aspects of Permian palaeobotany and palynology. XVIII. On the morphology and ultrastructure of *Potoniopsisporites novicus* (prepollen of Late Carboniferous/Early Permian Walchiaceae). *Acta Botanica Neerlandica* 46: 161-173.
- Potonié, R. 1967. New phylogenetic facts on fossil spores. *Review of Palaeobotany and Palynology* 1: 75-82.
- Potonié, R. y Lele, K.M. 1961. Studies in the Talchir Flora of India. I. *Sporae dispersae* from the Talchir Beds of South Rewa Gondwana Basin. *The Palaeobotanist* 8: 22-37.
- Potonié, R. y Sah, S.C.D. 1960. *Sporae dispersae* of the lignites from Cannanore Beach on the Malabar Coast of India. *The Palaeobotanist* 7: 121-135.
- Potonié, R. y Schweitzer, H.J. 1960. Der Pollen von *Ullmannia frumentaria*. *Palaeontographica B* 34: 27-37.
- Rothwell, G.W. 1982. New interpretations of the earliest Conifers. *Review of Palaeobotany and Palynology* 37:7-28.
- Samoilovich, S.R. 1953. Pollen and spores from the Permian deposits of the Cherdyn' and Akt'ubinsk areas, Cis-Urals. *Trudy Vsesojuz, Nauchno-issled. Geol.-razved. Inst. Leningrad, n.s.* 75: 5-57. [en Ruso].
- Scasso, R.A. y Limarino, C.O. 1997. Petrología y diagénesis de rocas clásticas. *Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial* 1, 258 p.
- Schaarschmidt, F. 1963. Sporen und Hystriosphærideen aus dem Zechstein von Büdingen in der Wetterau. *Palaeontographica B* 113: 39-81.
- Segroves, K.L. 1969. Saccate plant microfossils from the Permian of Western Europe. *Grana Palynologica* 9: 174-227.
- Souza, P.A., Lages, L.C. y Rohn, R. 2001. New palynological data from the Aliança Coal Mine (Cerquillo, São Paulo State), Upper Paleozoic Tubarão Group, Northeastern Paraná Basin, Brazil, *2º Simposio Argentino Paleozoico Superior* (Trelew, 2001), *Resúmenes*: 27.
- Staplin, F.L., Pocock, S.J. y Jansonius, J. 1967. Relationships among gymnospermous pollen. *Review of Palaeobotany and Palynology* 1: 297-310.
- Sterren, A.F. 2000. Moluscos bivalvos en la Formación Río del Peñón (Carbonífero Tardío-Pérmico Temprano), provincia de La Rioja, Argentina. *Ameghiniana* 37: 421-438.
- Tiwari, R.S. 1973. *Scheuringipollenites*, a new name for the Gondwana palynomorphs so far assigned to "*Sulcatissporites* Leschik 1955". *Senckenbergiana Lethaea* 54: 105-117.
- Tschudy, R.H. y Kosanke, R.M. 1966. Early Permian vesiculate pollen from Texas, U.S.A. *The Palaeobotanist* 15: 59-71.
- Venkatachala, B.S. y Kar, R.K. 1966. *Divarisaccus* gen. nov., a new saccate pollen genus from the Permian sediments of India. *The Palaeobotanist* 15: 102-106.
- Tyson, R.V. 1995. *Sedimentary organic matter. Organic facies and palynofacies*. Chapman y Hall, 615 p. London.
- Wilson, L.R. 1962. Permian plant microfossils from the Flowerpot Formation, Greer County, Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey, Circular* 49, 50 p.
- Wilson, L.R. y Webster, R.M. 1946. Plant microfossils from a Fort Union coal of Montana. *American Journal of Botany* 33: 271-278.
- Wodehouse, R.P. 1933. Tertiary pollen 2. The oil shales of the Eocene Green River Formation. *Bulletin Torrey Botany Club* 60: 479-524.

Recibido: 15 de agosto de 2001.

Aceptado: 14 de noviembre de 2002.