

# Avances sobre palinología, bioestratigrafía y correlación de los Grupos Macharetí y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina

Mercedes DI PASQUO<sup>1</sup>

**Abstract.** APPROACHES ON PALYNOLOGY, BIOSTRATIGRAPHY AND CORRELATION OF THE MACHARETÍ AND MANDIYUTÍ GROUPS, NEOPALEOZOIC OF THE TARIJA BASIN, SALTA PROVINCE, ARGENTINA. The recognition of 165 indigenous species and their stratigraphic range in the Macharetí and Mandiyutí Groups from Tarija Basin (northern Argentina and southern Bolivia) is used to propose a biostratigraphic scheme composed of a Superzone named *Kraeuselisporites volkheimerii-Circumplicatipollis plicatus*, which is divided into five First Appearance Interval Palynozones. The first three oldest zones, called *Crassispora kosankei - Cystoptychus azcuyi*, *Raistrickia radiosa - Apiculatasporites spinulistratus* and *Dictyotriletes bireticulatus - Cristatisporites chacoparanensis*, are attributed to an early-middle Late Carboniferous age, while the other two, named *Granulatisporites micronodosus - Reticulatisporites reticulatus* and *Marsupipollenites triradiatus - Lundbladispora braziliensis*, are referable to the late Late Carboniferous. The age is based on the biostratigraphic range of several key-species and the location of each palynozone within the lithostratigraphic succession. The abundant presence of species in common with other palynofloras from the Late Carboniferous of South America, especially from Argentina and Brazil, also supports this age. Regarding the 154 reworked species recognized, they confirm the deposition of Uppermost Devonian and Lower Carboniferous strata at the Argentinean part of the basin, which would have belonged to the Oriental Protocordilleran and Michicola Arc. Both cordilleras were the western and south-eastern boundaries of the Tarija Basin during the Late Carboniferous.

**Resumen.** El reconocimiento de 165 especies autóctonas y su rango estratigráfico en los Grupos Macharetí y Mandiyutí en la Cuenca Tarija (norte de Argentina y sur de Bolivia), ha permitido proponer un esquema bioestratigráfico compuesto por una Superbiozona denominada *Kraeuselisporites volkheimerii-Circumplicatipollis plicatus* y dividida en cinco Palinozonas de Intervalo de Primera Aparición. Las tres primeras biozonas más antiguas, denominadas *Crassispora kosankei - Cystoptychus azcuyi*, *Raistrickia radiosa - Apiculatasporites spinulistratus* y *Dictyotriletes bireticulatus - Cristatisporites chacoparanensis*, son atribuidas al Carbonífero Tardío temprano; las otras dos biozonas, *Granulatisporites micronodosus - Reticulatisporites reticulatus* y *Marsupipollenites triradiatus - Lundbladispora braziliensis*, abarcan el Carbonífero Tardío tardío. La edad de las palinozonas se basa en el rango bioestratigráfico de especies clave seleccionadas y su posición dentro de la sucesión litoestratigráfica. Además, se apoya en la presencia de conspicuas especies comunes con palinofloras del Carbonífero Tardío de América del Sur, especialmente Argentina y Brasil. Con respecto a las 154 especies retrabajadas reconocidas en estas biozonas, confirman la depositación de estratos del Devónico más tardío y Carbonífero Temprano en la parte argentina de la cuenca, los cuales habrían formado parte de las cordilleras conocidas como Protocordillera Oriental y Arco de Michicola, que limitaron la Cuenca Tarija por el oeste y sureste durante el Carbonífero Tardío.

**Key words.** Palynology. Biostratigraphy. Correlation. Late Carboniferous. Tarija Basin. Salta Province. Argentina.

**Palabras clave.** Palinología. Bioestratigrafía. Correlación. Carbonífero Tardío. Cuenca Tarija. Provincia de Salta. Argentina

## Introducción

Las sedimentitas del Carbonífero Superior se reúnen en dos Grupos, Macharetí y Mandiyutí, los cuales afloran en la parte argentina de la Cuenca Tarija, principalmente en las Sierras Subandinas, encontrándose también en el este de la Cordillera Oriental y en el subsuelo de la Llanura Chaco-Salteña (figura 1).

En este trabajo se presentan los resultados del análisis palinológico de 84 muestras fértiles prove-

<sup>1</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas y Universidad de Buenos Aires. Departamento de Geología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Ciudad Universitaria, Pabellón 2. 1428, Buenos Aires, Argentina. [medipa@gl.fcen.uba.ar](mailto:medipa@gl.fcen.uba.ar)

nientes de 6 perfiles de superficie y dos de subsuelo, y se propone un esquema bioestratigráfico para la Cuenca Tarija. Las secciones estudiadas están presentes en las siguientes localidades, representadas en la figura 1 de oeste a este: sierra de las Pavas (perfil de Balapuca), sierra de San Antonio (perfil en el anticlinal San Pedro), sierra Aguaraque (perfiles del arroyo Tuyunti, quebrada Iquirá, río Yacuy, río Caraparí) y otras provenientes del subsuelo de la Llanura Chacosalteña: los pozos Tonono x-1 y Fortín Alegre x-1. Las sedimentitas que brindaron palinomorfos comprenden pelitas y diamictitas de color castaño y gris oscuros hasta gris verdoso claro y fueron procesadas siguiendo la metodología palinológica están-

dar. Los resultados aquí presentados forman parte de la Tesis Doctoral realizada por la autora (di Pasquo, 1999).

Los estudios paleopalinológicos tienen una aplicación directa en la prospección de hidrocarburos, y en este caso particular son de especial importancia por el valor económico de los yacimientos de hidrocarburos que sus unidades contienen o producen. Asimismo, el área de estudio constituye en la actualidad una de las zonas petrolíferas y gasíferas de gran desarrollo en la Argentina y en Bolivia (Belloti *et al.*, 1995; Starck, 1999; Disalvo y Villar, 1999; Weis, 2000).

### Ubicación de la cuenca y marco tectónico

La Cuenca Tarija se reconoce desde la latitud de Orán, en la provincia de Salta (Argentina), y se prolonga hacia el norte en el territorio boliviano, en la denominada Faja Subandina, hasta alcanzar la latitud de Santa Cruz de la Sierra (véase la figura 1).

Se interpreta como una cuenca de antepaís limítrofe cuyos límites tectónicos habrían sido: el Cratón de Guaporé al noreste, el Alto de Izozog al este, el Arco de Michicola al sureste y el Arco de la Puna al oeste (véase en Azcuy y di Pasquo, 1999).

Hacia el final del Devónico, comienzan a actuar un conjunto de movimientos diastróficos denominados por Turner y Méndez (1975) Fase Chánica, los cuales produjeron la amalgamación, subsidencia y deformación de los depósitos precarboníferos, levantando la Protocordillera oriental y el Arco de Michicola, y formando el piso estructural que alojaría las potentes secuencias neopaleozoicas del ciclo Gondwánico o Subandino. Esta fase, ampliamente reconocida por diversos autores en el límite Devónico - Carbonífero en diferentes regiones del oeste de Gondwana (Starck *et al.*, 1993a), habría producido cambios paleogeográficos importantes en esta región, los que condujeron al cierre del Ciclo Cordillerano o Famatiniano esencialmente desarrollado en un ambiente marino durante el Siluro-Devónico (Starck, 1995).

### Estratigrafía

Recientes contribuciones a la estratigrafía y a la evolución de la parte argentina de la Cuenca neopaleozoica Tarija son las publicadas por Starck *et al.* (1993b), Starck (1995, 1999), mientras que una síntesis sobre estos conocimientos es presentada por Azcuy y di Pasquo (1999).

El Grupo Macharetí en la parte argentina de la cuenca, alcanza un espesor máximo de 1000 m aproximadamente, está integrado por las Formaciones Tupambi, Itacuamí y Tarija, se asienta sobre un basamento devónico en relación de discordancia y subya-



**Figura 1.** Distribución areal de los depósitos neopaleozoicos en la Cuenca Tarija. Los puntos señalan las localidades con estudios palinológicos cuyos perfiles litoestratigráficos están representados en la figura 2. / *Areal distribution of Upper Palaeozoic deposits in the Tarija Basin. The numbers indicate the localities with palynologic studies, lithostratigraphic sections represented on figure 2.*

ce al Grupo Mandiyutí, en el cual se reúnen las Formaciones Escarpment y San Telmo. Por encima y en relación de discordancia se depositaron las sedimentitas del Grupo Cuevo de edad permo-triásica, compuesto por las Formaciones Cangapi, Vitacua e Ipaguazú (cuadro 1).

La Formación Tupambi es una unidad compuesta esencialmente por bancos de areniscas, los cuales presentan algunas intercalaciones menores de pelitas. Su base es discordante sobre distintos niveles del Devónico y su tope es concordante con la Formación Itacuamí, compuesta por pelitas oscuras a gris verdosas, en capas tabulares con laminación paralela y raros niveles arenosos intercalados.

La Formación Tarija es la más potente y la más representativa del Grupo Macharetí. Se compone principalmente de diamictitas estratificadas o macizas, que alternan con capas de pelitas gris oscuras a negras predominantemente en la parte inferior de la unidad, y hacia la parte superior se intercalan bancos lenticulares de areniscas finas a conglomerádicas con diferentes estructuras de corriente.

El Grupo Mandiyutí presenta un espesor máximo de alrededor de 800 m, se inicia con la Formación Escarpment, la cual se compone de bancos de areniscas, algunas conglomerádicas. Son frecuentes las in-

**Cuadro 1.** Sucesión estratigráfica del Devónico-Pérmico en la región noroeste de Argentina y sur de Bolivia modificado de Azcuy y di Pasquo (1999). / *Devonian-Permian stratigraphic succession in northwestern Argentina and southern Bolivia, modified from Azcuy and di Pasquo (1999).*

tercalaciones de lutitas gris verdosas en la parte inferior de la unidad principalmente en los perfiles de la sierra de Aguaragüe. Su base ha sido considerada por diversos autores como discontinua, producto de la erosión de las capas cuspidales de la Formación Tarija. Su tope es concordante y transicional con la Formación San Telmo.

En esta última unidad se reconocen tres miembros, de base a techo, Yaguacua, Chimeo y Caiguami. El primero se compone de pelitas y areniscas de colores predominantemente grises a verdosos, los cuales gradan hacia la parte superior del miembro a colores castaños y morados. Esta coloración se mantiene en los dos miembros siguientes: el miembro Chimeo presenta una gran variedad litológica, y Caiguami se compone principalmente de

gruesos bancos de fangolitas diamictíticas. Sólo la parte inferior a media del miembro Yaguacua brindó palinomorfos en las localidades estudiadas, mientras que el resto de la unidad resultó estéril (di Pasquo y Azcuy, 1997a, 1999a, 1999b; Azcuy y di Pasquo, 2000; di Pasquo *et al.*, 2001). El contacto superior es discordante con el Grupo Cuevo o bien con otras unidades más jóvenes.

En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica de los perfiles estudiados y en la figura 2 la correlación de dichas secciones litoestratigráficas simplificadas con la ubicación de las muestras fértiles y de las biozonas aquí definidas.

## Palinología

El análisis palinológico permitió reconocer principalmente dos conjuntos de palinomorfos de acuerdo con su probable antigüedad, uno autóctono, coetáneo con la depositación de las sedimentitas del Carbonífero Superior, conformado por granos de polen esporas y restos de algas, y otro compuesto por especies retrabajadas de esporas, acritarcas, prasinofitas y muy escasos quitinozoarios, provenientes de la erosión de capas devónicas y del Carbonífero Inferior (di Pasquo y Azcuy, 1997b). Los criterios utilizados para diferenciar ambos conjuntos fueron principalmente dos: una cuidadosa asignación sistemática específica y la edad o biocrón más consensuado de las especies reconocidas.

Dentro del conjunto autóctono, se determinaron 170 especies utilizando la clasificación parataxonómica clásica y la comparación del material hallado con la información palinológica conocida de cuencas neopaleozoicas de América del Sur, Gondwana y otras regiones del mundo.

Son reconocidas diferentes morfologías de esporas trilete y monolete, siendo las primeras las más representadas, mientras que entre los granos de polen, se determinan especies de granos poliplicados, praecolpados, monocolpados y bisacados, los cuales son poco frecuentes y aparecen en determinados niveles de la sucesión litoestratigráfica. En cambio, el conjunto dominante corresponde a los granos de polen monosacado, a partir de los cuales Azcuy y di Pasquo (2000) realizaron una revisión de sus caracteres diagnósticos y propusieron una clave con esquemas interpretativos para una rápida asignación sistemática específica. Los rasgos de identificación allí considerados para diferenciar géneros son la simetría, el tipo de adherencia del saco al cuerpo, la presencia o no de un sistema de plegamiento exinal del cuerpo central y la forma de la cappula.

Entre las especies autóctonas determinadas, di Pasquo (2002) presenta la descripción sistemática de los palinomorfos que caracterizan la asociación halla-

**Figura 2.** Biozonas y correlación de los perfiles litoestratigráficos establecidos sobre la base de las asociaciones palinológicas representadas como niveles fértiles. / *Biozones and correlation of the lithostratigraphic sections established on the basis of palynomorph assemblages represented as fertile levels.*

da en la Formación Tupambi, donde describe un nuevo taxón, *Cystoptychus azcuyi* di Pasquo (2002) y se realiza una ampliación de la diagnosis de *Crassispora kosankei* (Potonié y Kremp) Bhardwaj *emend.* Smith y Butterworth 1967. Ambos taxones son exclusivos de esta asociación y dan nombre a la biozona más antigua definida y caracterizada también por di Pasquo (2002). Las asociaciones palinológicas recuperadas de las Formaciones Escarpment (parte superior) y San Telmo (Miembro Yaguacúa), en las localidades del río Caraparí (sierra de Aguaragüe) y el anticlinal San Pedro (sierra San Antonio), han sido descritas e ilustradas por Azcuy y di Pasquo (2000) y di Pasquo *et al.* (2001). También pueden consultarse ilustraciones de palinomorfos autóctonos de los Grupos Macharetí y Mandiyutí recuperados de las localidades aquí presentadas en di Pasquo y Azcuy (1999). Se encuentran en su etapa final de preparación para su publicación otros trabajos donde se presenta el análisis sistemático y cuantitativo de las asociaciones de palinomorfos hallados en las Formaciones Itacuamí y Tarija.

### Propuesta bioestratigráfica

El esquema bioestratigráfico aquí propuesto se basa en el análisis de la distribución vertical (aparición y desaparición en cada una de las secciones estudiadas) y lateral (presencia/ausencia de una especie en las distintas secciones) como también la abundancia relativa de las especies autóctonas reconocidas en una secuencia continua compuesta por los Grupos Macharetí y Mandiyutí. Se identificaron dos conjuntos: uno formado por especies de rango estratigráfico longevo como es el caso de la mayoría de los granos monosacados (cuadro 3), y otro grupo de especies de rango estratigráfico acotado (cuadro 2) dentro del cual se seleccionaron aquéllas denominadas "clave" pues a su vez se caracterizan por ser especies taxonómicamente bien reconocibles que presentan una distribución lateral en dos o más localidades. La base de cada biozona está definida por la aparición de por lo menos dos taxones nuevos y el tope es complementado con la desaparición de ciertos taxones. A su vez, los taxones que aparecen y desaparecen en una determinada biozona son referidos como exclusivos o claves y en general han sido seleccionados para dar nombre a esa biozona.

Basado en estas características se propone el siguiente esquema bioestratigráfico para la zona de estudio: una Superbiozona denominada *Kraeuselisporites volkheimerii* - *Circumplexipollis plicatus* (VP) la cual se divide en cinco Biozonas, todas de Intervalo tipo Primera Aparición, las cuales se denominan formalmente, de mayor a menor antigüedad: *Crassispora kosankei* - *Cystoptychus azcuyi* (KA), *Raistrickia radiosa* - *Apiculatasporites spinulistratus* (RS),

*Dictyotriletes bireticulatus* - *Cristatisporites chacoparansensis* (BC), *Granulatisporites micronodosus* - *Reticulatisporites reticulatus* (MR), *Marsupipollenites triradiatus* - *Lundbladisporea braziliensis* (TB) (figura 3). La biozona KA definida como la más antigua, ha sido caracterizada e ilustrada por di Pasquo (2002), de la cual se ilustran aquí sólo las especies clave seleccionadas para su nominación. Las demás especies que caracterizan a las biozonas aquí definidas se ilustran también en las figuras 6 y 7. Los límites inferior y superior de la Superbiozona coinciden con los respectivos límites de las Biozonas KA y TB.

### Superbiozona VP

La Superbiozona se registra en la sucesión litoestratigráfica Macharetí - Mandiyutí presente en diferentes localidades de la Cuenca Tarija del norte de Argentina y sur de Bolivia (véase la figura 1). Se determinaron 165 especies autóctonas, de las cuales 112 corresponden a esporas, 35 a granos de polen y 18 al grupo de las algas. En los cuadros 2-3 se ordenan las especies de esporas, granos de polen y paleomicroplancton según su extensión estratigráfica. La composición porcentual para el conjunto de especies autóctonas y re TRABAJADAS mostró un dominio del grupo de las esporas (35% y 19% respectivamente), seguido de los granos de polen (12%) y de manera subordinada los diversos grupos del microplancton autóctono (6%) y re TRABAJADO (28%). Las especies de "rango longevo" caracterizan la superbiozona y los nombres seleccionados para su denominación corresponden a dos especies frecuentes en las cinco biozonas las cuales aparecen desde la asociación más antigua (véase el cuadro 3). Ambas especies han sido reconocidas sólo en cuencas neopaleozoicas del sur de América del Sur, especialmente en Argentina y Brasil (Azcuy y di Pasquo, 2000; di Pasquo, 2002).

La interpretación de una depositación continua de los Grupos Macharetí y Mandiyutí propuesta por diversos autores (*e.g.*, Starck, 1995), se sustenta aquí en la gran cantidad de formas longevas en la Superbiozona VP, aunque no se descartan posibles discontinuidades producto de episodios erosivos o de no depositación tanto entre como dentro de las unidades formacionales pero que no involucran hiatus importantes.

En el cuadro 4 se muestran los porcentajes promedio de los grupos mayores de palinomorfos de los conjuntos autóctono y re TRABAJADO en cada biozona según las distintas localidades. Se destacan las siguientes tendencias: en las Biozonas KA, MR y TB el porcentaje de palinomorfos autóctonos supera en general el 50%, tanto en la mayoría de las localidades estudiadas como en el promedio para cada biozona. En cambio, en la Biozona RS se registran valores por

**Cuadro 2.** Rango estratigráfico de las especies autóctonas de rango restringido registradas en las muestras obtenidas de los Grupos Macharetí y Mandiyutí, provenientes de distintas localidades del norte de Argentina y sur de Bolivia. Las líneas de punto representan registros discontinuos de la especie. El \* indica la primera cita del taxón en palinofloras del Paleozoico Tardío del sur de América del Sur. *Stratigraphic range of restricted range indigenous species registered in the samples from Macharetí and Mandiyutí Groups, from different localities of northern Argentina and southern Bolivia. Dash lines represent intermittent occurrence of a species. Asterisk \* denotes the first mention of a species from the Late Paleozoic palynofloras of southern South America.*

debajo de 35% (promedio 18%) y en la Biozona BC, entre 20% y 50 % (promedio 41%). Esto muestra que el mayor porcentaje de material redepositado aparece en las Biozonas RS y BC. Cabe señalar sin embargo, que los valores porcentuales representados en dicho cuadro sólo reflejan tendencias generales tanto para las localidades como para las biozonas, ya que existen variaciones porcentuales de los grupos de palinomorfos considerados en las distintas muestras de los perfiles estudiados posiblemente debido principalmente a causas tafonómicas/paleoambientales.

A continuación se presenta la lista sistemática en orden alfabético de las especies autóctonas de esporas, polen y paleomicroplancton, determinadas en la Superbiozona VP registrada en los Grupos Macharetí y Mandiyutí.

**Esporas trilete acavadas**

*Ahrensiporites cristatus* Playford y Powis  
*Anapiculatisporites* sp. cf. *A. argentinensis* Azcuay  
*Apiculatasporites caperatus* Menéndez y Azcuay  
*Apiculatasporites parviapiculatus* Azcuay  
*Apiculatasporites spinulistratus* (Loose) Ibrahim

**Cuadro 3.** Rango estratigráfico de las especies de esporas y polen autóctonas de rango longevo y paleomicroplancton autóctono provenientes de distintas localidades del norte de Argentina y sur de Bolivia. Las líneas de punto representan registros discontinuos de la especie. El \* indica la primera cita del taxón en palinofloras del Paleozoico Tardío del sur de América del Sur. *Stratigraphic range of indigenous long-ranged spores and pollen grains and paleomicroplankton species registered in the samples from Machareti and Mandiyuti Groups, from different localities of northern Argentina and southern Bolivia. The dash lines represent intermittent occurrence of a species. The asterisk \* denotes the first mention of a species from the Late Paleozoic palynofloras of southern South America.*

---

<i>Apiculatisporis aculeatus</i> (Ibrahim) Potonié y Kremp	<i>Cyclogranisporites minutus</i> Bharadwaj
<i>Apiculatisporis hercinus</i> Menéndez	<i>Dibolisporites disfacies</i> Jones y Truswell
<i>Apiculatisporis spinososaetosus</i> (Loose) <i>emend.</i> Smith y Butterworth	<i>Dictyophyllidites mertonii</i> (de Jersey) Playford y Dettmann
<i>Apiculiretusispora alonsoi</i> Ottone	<i>Dictyotriletes bireticulatus</i> (Ibrahim) Potonié y Kremp <i>emend.</i> Smith y Butterworth, morphon
<i>Brevitriletes levis</i> (Balme y Hennelly) Bharadwaj y Srivastava	<i>Dictyotriletes</i> sp.
<i>Cadispera magna</i> Kosanke	<i>Granasporites medius</i> (Dybová and Jachovicz) Ravn, Butterworth, Phillips and Peppers
<i>Calamospora hartungiana</i> Schopf en Schopf, Wilson y Bentall	<i>Granulatisporites austroamericanus</i> Archangelsky y Gamero
<i>Calamospora liquida</i> Kosanke	<i>Granulatisporites confluens</i> Archangelsky y Gamero
? <i>Calamospora ubischii</i> Foster	<i>Granulatisporites micronodosus</i> Balme y Hennelly
<i>Camptotriletes superbus</i> Neves	<i>Granulatisporites parvus</i> (Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall
<i>Convolutispora globosa</i> Ottone	<i>Granulatisporites varigranifer</i> Menéndez y Azcuy
<i>Convolutispora maximensis</i> Ottone	<i>Leiotriletes directus</i> Balme y Hennelly
<i>Convolutispora ordonenzii</i> Archangelsky y Gamero	<i>Leiotriletes</i> sp. C Azcuy
<i>Cyclogranisporites aureus</i> (Loose) Potonié y Kremp	<i>Leiotriletes tenuis</i> Azcuy
<i>Cyclogranisporites firmus</i> Jones y Truswell	<i>Lophotriletes copiosus</i> Peppers
<i>Cyclogranisporites microgranulatus</i> (Menéndez y Azcuy) Archangelsky y Gamero	



**Cuadro 4.** Porcentaje promedio de los grupos mayores de palinomorfos autóctonos y redepositados presentes en las muestras de las localidades estudiadas. La diversidad de especies se basa en el número de especies de esporas (E), polen (P) y paleomicroplancton (Mp) autóctonos registrados en cada biozona representado en los cuadros 2 y 3. *Mean percentage of indigenous and reworked palynomorph major groups registered in the samples of the studied outcrops. The species diversity is based on the number of spores (E), pollen grains (P) and paleomicroplankton indigenous species registered in each biozone represented in Tables 2 and 3.*

- Lophotriletes discordis* Gutiérrez y Césari  
*Lophotriletes microsaetosus* (Loose) Potonié y Kremp  
*Punctatisporites genuinus* Azcuy  
*Punctatisporites glaber* (Naumova) Playford  
*Punctatisporites gretensis* Balme y Hennelly  
*Punctatisporites irrasus* Hacquebard  
*Punctatisporites malanzanensis* Ottone  
*Punctatisporites priscus* Bharadwaj y Salujha  
*Pustulatisporites papillosus* (Knox) Potonié y Kremp  
*Raistrickia densa* Menéndez  
*Raistrickia paganciana* Azcuy  
*Raistrickia radiosa* Playford y Helby  
*Raistrickia rotunda* Azcuy  
*Raistrickia* sp. cf. *R. accinta* Playford y Helby  
*Raistrickia* sp. cf. *R. crinita* Kosanke  
*Raistrickia* sp. cf. *R. superba* (Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall  
*Raistrickia* sp. cf. *R. fulva* Artüz  
*Raistrickia verrucosa* Menéndez  
*Retusotriletes anfractus* Menéndez y Azcuy  
*Retusotriletes simplex* Naumova  
*Verrucosisporites andersonii* Backhouse  
*Verrucosisporites chiqueritensis* Ottone  
*Verrucosisporites donarii* Potonié y Kremp  
*Verrucosisporites patelliformis* (Menéndez) Gutierrez y Césari  
*Verrucosisporites quasigobettii* Jones y Truswell  
*Verrucosisporites verrucosus* (Ibrahim) Ibrahim  
*Waltzispota polita* (Hoffmeister, Staplin y Malloy) Smith y Butterworth
- Esporas trilete cingulizonadas**
- Cirratirradites saturnii* (Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall  
*Crassispota kosankei* (Potonié and Kremp) Bhardwaj *emend.* Smith and Butterworth  
*Cristatisporites chacoparanensis* Ottone  
*Cristatisporites crassilabratu* Archangelsky y Gamarro  
*Cristatisporites inconstans* Archangelsky y Gamarro  
*Cristatisporites inordinatus* (Menéndez y Azcuy) Playford  
*Cristatisporites lestai* Archangelsky y Gamarro  
*Cristatisporites menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford  
*Cristatisporites rollerii* Ottone  
*Cristatisporites saltitensis* Ottone  
*Cristatisporites scabiosus* Menéndez  
*Cristatisporites* sp. B Archangelsky y Gamarro
- Cristatisporites spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford  
*Cristatisporites stellatus* (Azcuy) Gutierrez y Limarino  
*Cristatisporites* sp.  
*Knoxisporites seniradiatus* Neves  
*Kraeuselisporites malanzanensis* Azcuy  
*Kraeuselisporites volkheimerii* Azcuy  
*Krauselisporites splendens* (Balme y Hennelly) Segroves  
*Limatulasporites* sp. Ottone  
*Lundbladispota braziliensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons *emend.* M. Toigo y Picarelli  
*Lundbladispota riobonitensis* Marques Toigo y Picarelli  
*Lundbladispota* sp.  
*Lycospora brevigranulata* Menéndez  
*Propriisporites laevigatus* Neves  
*Reticulatisporites passaspectus* Ottone  
*Reticulatisporites polygonalis* (Ibrahim) Loose  
*Reticulatisporites pseudopalliatu* Staplin  
*Reticulatisporites reticulatus* (Ibrahim) Ibrahim  
*Reticulatisporites riverosii* Ottone  
*Spinozonotriletes hirsutus* Azcuy  
*Stenozonotriletes menendezii* Azcuy  
*Vallatisporites arcuatus* (Marques Toigo) Archangelsky y Gamarro  
*Vallatisporites ciliaris* (Luber) Sullivan  
*Vallatisporites russoi* Archangelsky y Gamarro  
*Vallatisporites vallatus* Hacquebard  
*Vallatisporites* sp.
- Esporas trilete pseudosaccadas**
- Endosporites rhytidosaccus* Menéndez y Azcuy  
*Endosporites zonalis* (Loose) Knox  
*Endosporites* sp.  
*Rugospora australiensis* (Playford y Helby) Jones y Truswell  
*Spelaeotriletes dulcis* (Bharadwaj, Kar y Navale) Playford y Powis  
*Spelaeotriletes ybertii* (Marques Toigo) Playford y Powis
- Esporas monolete**
- Laevigatosporites vulgaris* (Ibrahim) Potonié y Kremp *emend.* Alpern y Doubinger  
*Punctatosporites cingulatus* Alpern y Doubinger  
*Punctatosporites graniifer* (Potonié y Kremp) Alpern y Doubinger  
*Punctatosporites rotundus* Bharadwaj *emend.* Alpern y Doubinger  
*Thymospora pseudothiessenii* (Kosanke) Wilson y Venkatachala *emend.* Alpern y Doubinger

**Figura 3.** Propuesta de biozonación para la Cuenca Tarija (norte de Argentina y sur de Bolivia). Se muestran las unidades bioestratigráficas definidas por di Pasquo (1999) y presentadas en este trabajo, las unidades cronoestratigráficas tomadas de Gradstein y Ogg (1996) y las unidades litoestratigráficas presentes en la Cuenca Tarija, donde estas biozonas son reconocidas. Además, se representan los principales eventos palinológicos y posiblemente significado evolutivo para la Cuenca Tarija, relevantes para la correlación con otras asociaciones en el mundo. En el extremo derecho de la figura se cita como rango de abundancia de un taxón a la parte del rango estratigráfico donde registra una mayor frecuencia de ejemplares. / *Biozonation proposal for the Tarija Basin (northern Argentina and southern Bolivia). The biostratigraphic units were defined by di Pasquo (1999) and presented here, the chronostratigraphic units are taken from Gradstein and Ogg (1996) and the lithostratigraphic units known in the Tarija Basin, where these biozones are recognized. Also, the main palynologic events and possibly evolutionary meaning for the Tarija Basin useful for the correlation with other associations in the world are presented. To the right the abundance range of taxa is represented referring to the part of its stratigraphic range where frequency peaks are registered.*

**Esporas hiladas**

*Psomospora detecta* Playford y Helby

**Granos de polen monosacados**

*Caheniasaccites flavatus* Bose y Kar emend. Azcuy y di Pasquo  
*Cannanoropollis densus* (Lele) Bose y Maheshwari  
*Cannanoropollis janakii* Potonié y Sah  
*Cannanoropollis triangularis* (Mehta) Bose y Maheshwari  
*Circumplicatipollis plicatus* Ottone y Azcuy  
*Circumplicatipollis stigmatus* (Lele y Karim) Ottone y Azcuy  
*Crucisaccites latisulcatus* Lele y Maithy  
*Crucisaccites monoletus* Maithy  
*Cystoptychus azcuyi* di Pasquo  
*Densipollenites* sp.  
*Divarisaccus stringolicatus* Ottone  
*Gondwanapollis* sp. cf. *G. frenguelli* (Césari) Gutierrez  
*Meristocarpus* sp.  
*Plicatipollenites gondwanensis* (Balme y Hennelly) Lele  
*Plicatipollenites malabarensis* (Potonié y Sah) Foster  
*Plicatipollenites trigonalis* Lele  
*Potonieisporites barrelis* Tiwari  
*Potonieisporites brasiliensis* (Nahuys, Alpern e Ybert) Archangelsky y Gamarro  
*Potonieisporites congoensis* Bose y Maheshwari  
*Potonieisporites densus* Maheshwari  
*Potonieisporites magnus* Lele y Karim  
*Potonieisporites neglectus* Potonié y Lele  
*Potonieisporites novicus* Bhardwaj emend. Poort y Veld  
*Potonieisporites triangulatus* Tiwari  
*Schulzospora* sp.

**Bisacados**

*Limitisporites hexagonalis* Bose y Maheshwari  
*Limitisporites rectus* Leschik  
*Platysaccus trumpii* Ottone  
*Pteruchipollenites* sp.  
*Praecolpados*  
*Marsupipollenites triradiatus* Balme y Hennelly  
*Schopfipollenites ellipsoides* (Ibrahim) Potonié y Kremp

**Monocolpados**

*Cycadopites adjectus* (de Jersey) Volkheimer y Quattrocchio  
*Cycadopites novus* (Srivastava) nov. comb.  
*Cycadopites* spp.

**Poliplicado**

*Equisetosporites argentinensis* Césari

**Algas**

*Botryococcus braunii* Kützing 1849  
*Brazilea scissa* (Balme y Hennelly) Foster  
*Greinervillites* sp.  
*Kagulubeites* sp. cf. *K. balmei* Bose y Maheshwari  
*Maculatasporites indicus* Tiwari  
*Maculatasporites* sp. cf. *M. minimus* Segroves  
*Maculatasporites* sp.  
*Quadrisporites horridus* Hennelly ex Potonié y Lele  
*Rugaletes* sp.  
*Tetraporina bulligera* Kondratyev  
*Tetraporina horologia* (Staplin) Playford  
*Tetraporina punctata* (Tiwari y Navale) Kar y Bose  
*Tetraporina sibirica* Kondratyev  
*Tetraporina tetragona* (Pant y Mehra) Kar y Bose  
*Tetraporina* spp.  
*Acritarcas*  
*Cymatiosphaera gondwanensis* (Tiwari) Backhouse  
*Deusilites tenuistriatus* Gutierrez, Césari y Archangelsky  
*Portalites gondwanensis* Nahuys, Alpern e Ybert

**Biozona KA**

Se compone principalmente de abundantes y diversos granos de polen monosacados, entre ellos es exclusivo y abundante *Cystoptychus azcuyi*; entre las esporas se encuentra también en forma exclusiva y bien representada *Crassispora kosankei* y frecuentes especímenes de *Granaspores medius* (Dybová y Jachovicz) Ravn *et al.* (véanse la figura 3 y los cuadros 2 y 4). Un análisis detallado de las características cuali-cuantitativas de esta biozona pueden consultarse en di Pasquo (2002). Esta biozona se registra en la Formación Tupambi presente en el arroyo Tuyunti y en el pozo Fortín Alegre, corona a la profundidad de 2818 m (véase la figura 2).

**Biozona RS**

La base de esta palinozona se caracteriza por la aparición de especies de esporas como *Raistrickia radiosa* Playford y Helby, *Raistrickia* sp. cf. *R. fulva* Artuz, *Cristatisporites spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford, *Cyclogranisporites minutus* Bharadwaj, *C. aureus* (Loose) Potonié y Kremp, *Punctatisporites gretenensis* Balme y Hennelly, *Verrucosisporites patelliformis* (Menéndez) Gutierrez y Césari, *Kraeuselisporites malanzanensis* Azcuy, *Anapiculatisporites* sp. cf. *A. argentinensis* Azcuy. También aparece la espóra monoete lisa *Laevigatosporites vulgaris* (Ibrahim; Potonié y Kremp) Alpern y Doubinger y formas del género *Lundbladispora* (véase la figura 3 y el cuadro 2). Los nombres de la biozona corresponden a dos especies frecuentes que aparecen, la primera en la base y la segunda a pocos metros de la base en el perfil del arroyo Tuyunti. En este límite también ocurre la desaparición de varias especies de la Biozona KA, entre ellas, *Cystoptychus azcuyi*, *Crassispora kosankei*, *Cristatisporites rollerii*, *Cristatisporites* sp. B Archangelsky y Gamarro, *Meristocarpus* sp., *Schulzospora* sp. (véase el cuadro 2; di Pasquo, 2002).

Sólo dos especies se presentan en forma exclusiva en esta biozona: *Ahrensiporites cristatus* Playford y Powis, aparece restringida al perfil del pozo Tonono (BAFC-PI 1253) y *Raistrickia* sp. cf. *R. superba* (Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall, cuya presencia se registra en la muestra BAFC-PI 1161 en el perfil del arroyo Tuyunti. En esta misma muestra aparece otra espóra trilete cingulada, *Stenozonotriletes menendezii* Azcuy, de presencia esporádica en la presente biozona y en la siguiente Biozona BC, pero frecuente en la Biozona MR (véase cuadro 2). Las especies autóctonas que dominan en general la asociación son: *Raistrickia radiosa* Playford y Helby, *R. densa* Menéndez, *Cristatisporites spinosus* (Menéndez y Azcuy) Playford, *Verrucosisporites patelliformis* (Menéndez) Gutiérrez y Limarino, *Apiculatasporites spi-*

*nulistratus* (Loose) Ibrahim, *A. caperatus* Menéndez y Azcuy, *Calamospora hartungiana* Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, *Punctatisporites glaber* (Naumova) Playford, *Leiotriletes tenuis* Azcuy, *Cyclogranisporites minutus* Bharadwaj.

Se determinaron 63 especies, de las cuales 42 corresponden a esporas (una especie monolete), 17 a granos de polen monosacado y 4 al grupo de las algas. En el cuadro 4 se observa una importante disminución del porcentaje promedio de esporas granos de polen (6% y 9%) con respecto a la Biozona KA (38% y 32%). Con respecto a las algas, el porcentaje se incrementa levemente de un 2% en la Biozona KA a un 3% de promedio aunque varía entre 1% y 5% según las localidades en esta biozona.

La Biozona RS se reconoce en la Formación Itacuamí y en la parte inferior de la Formación Tarija en los arroyos Iquirá, Tuyunti, en el perfil de Balapuca y en el pozo Tonono, dos tramos de corona entre los 2984 m y 2969 m de profundidad. Se seleccionó como sección tipo a las Formaciones Itacuamí y parte inferior de la Formación Tarija presentes en el perfil arroyo Tuyunti (véase la figura 2). El nivel basal corresponde a la base de la Formación Itacuamí (BAFC-Pl 1157) ubicado a 8 m por arriba del tope de la Biozona KA.

### Biozona BC

En esta biozona se han reconocido 92 especies, de las cuales 63 corresponden a esporas trilete, una espóra monolete lisa, 20 granos de polen monosacado y varios morfotipos de granos monocolpados del género *Cycadopites* que se contabilizaron como una sola especie y 8 especies relacionadas con las algas.

El límite inferior de la palinozona *Dictyotriletes bireticulatus* - *Cristatisporites chacoparanensis* se define por la aparición de 9 especies de esporas trilete: *Dictyotriletes bireticulatus* (Ibrahim) Potonié y Kremp emend. Smith y Butterworth, *Cristatisporites chacoparanensis* Ottone, *C. crassilabratu*s Archangelsky y Gamero, *Dibolisporites disfacies* Jones y Truswell, *Rugospora australiensis* (Playford y Helby) Jones y Truswell, *Endosporites zonalis* (Loose) Knox, *Apiculatisporis hericinus* Menéndez, *Spinozonotriletes hirsutus* Azcuy, *Reticulatisporites polygonalis* (Ibrahim) Loose, una especie de grano de polen monosacado, *Plicatipollenites gondwanensis* (Balme y Hennelly) Lele, y granos monocolpados reunidos como *Cycadopites* spp. (véanse la figura 3 y el cuadro 2). La Biozona BC se caracteriza además, por una gran variedad de especies de los siguientes géneros de esporas cingulizonadas: *Cristatisporites* (*C. menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. crassilabratu*s Archangelsky y Gamero, *C. chacoparanensis* Ottone, *C. lestai* Archangelsky y Gamero), *Vallatisporites* (*V.*

*vallatus* Hacquebard, *V. arcuatus* (Marques Toigo) Archangelsky y Gamero, *V. ciliaris* (Luber) Sullivan), *Kraeuselisporites* (*K. volkheimerii* Azcuy, *K. malanzanensis* Azcuy) y *Lundbladispóra* (*L. riobonitensis* Marques Toigo y Picarelli, *L. sp.*), las cuales constituyen el conjunto de esporas dominantes en casi todos los niveles (véase la figura 3).

Los nombres seleccionados para esta biozona corresponden a dos especies exclusivas que aparecen en la base de la misma, en por lo menos dos localidades, y que en algunos niveles hacia el tope de la biozona llegan a ser dominantes. Otras especies exclusivas de esta biozona son: *Cristatisporites crassilabratu*s Archangelsky y Gamero, *C. lestai* Archangelsky y Gamero, *Reticulatisporites riverosii* Ottone, *Lycospora brevigranulata* Menéndez, *Knoxisporites seniradiatus* Neves, *Punctatisporites malanzanensis* Ottone, *Apiculatisporis hericinus* Menéndez, *Raistrickia* sp. cf. *R. accinta* Playford y Helby, *Crucisaccites latisulcatus* Leley y Maithy y 3 especies relacionadas con las algas, *Cymatiosphaera gondwanensis* (Tiwari) Backhouse, *Maculatasporites* sp. cf. *M. minimus* Segroves, *Maculatasporites* sp. Además, hacia el tope de la biozona desaparecen entre otras, *Raistrickia radiosa* Playford y Helby, *R. verrucosa* Menéndez, *R. sp.* cf. *R. fulva* Artuz (véase cuadros 2-3).

Se reconoce en la parte media a superior de la Formación Tarija en los arroyos Iquirá, Tuyunti, en el perfil de Balapuca y en el pozo Tonono, y en la parte inferior de la Formación Escarpment en los perfiles de Balapuca y río Caraparí (véase la figura 2). Se selecciona como sección de referencia el perfil de Balapuca en donde se registra la biozona a través de un espesor de 535 m, cuyos 25 m del tope corresponderían a la parte inferior de la Formación Escarpment y el resto a la Formación Tarija. El contacto entre ambas unidades está representado por un nivel diamictítico de color rojizo que comprende los 10 m cuspidales de la Formación Tarija. Este nivel diamictítico rojizo también es reconocido en el perfil del arroyo Tuyunti (muestra BAFC-Pl 1163) y en el del pozo Tonono (muestra de profundidad 2656 m). De manera incompleta se documenta la presencia de esta biozona en los perfiles de los arroyos Tuyunti e Iquirá, del río Caraparí y del pozo Tonono (dos tramos de corona entre los 2913 m y 2656 m de profundidad) (véase la figura 2).

### Biozona MR

Caracterizada por 116 especies de las cuales 72 corresponden a esporas trilete, 4 a monoletes lisa y ornamentadas, 20 a granos de polen monosacados, 5 a otros granos de polen y 15 a especies relacionadas con las algas. La base de la biozona se define por la aparición de *Granulatisporites micronodosus* Archan-

gelsky y Gamero, *Reticulatisporites reticulatus* (Ibrahim) Ibrahim (especies clave seleccionadas para su nominación), *Cyclogranisporites microgranulatus* (Menéndez y Azcuy) Archangelsky y Gamero, *Punctatisporites priscus* Bharadwaj y Salujha, *Reticulatisporites passaspectus* Ottone, *Convolutispora ordonenzii* Archangelsky y Gamero, *Dictyophyllidites mortonii* (de Jersey) Playford y Dettmann, formas monoletes ornamentadas del género *Punctatosporites* y por la presencia frecuente de granos de polen monocolpados del género *Cycadopites*.

A esto se suman las desapariciones de especies características de las biozonas anteriores como *Cristatisporites chacoparanensis* Ottone, *Dictyotriletes bireticulatus* (Ibrahim) Potonié y Kremp *emend.* Smith y Butterworth, *Cyclogranisporites minutus* Bharadwaj, *C. aureus* (Loose) Potonié y Kremp, *Punctatisporites glaber* (Naumova) Playford, *Waltzisporea polita* (Hoffmeister, Staplin y Malloy) Smith y Butterworth, *Leiotriletes tenuis* Azcuy, *Raistrickia densa* Menéndez, *Apiculatasporites spinulistratus* (Loose) Ibrahim. Las siguientes especies registradas hasta la base de esta biozona, también desaparecen: *Apiculatasporites caperatus* Menéndez y Azcuy, *Cirratiradites saturnii* (Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall, *Densipollenites* sp. (véase cuadros 2 y 3). Hacia el tope de la biozona aparecen esporádicos ejemplares de granos de polen bisacado y del acritarca *Deusilites tenuistriatus* Gutiérrez *et al.*, los cuales son frecuentes en la palinozona siguiente.

Especies halladas exclusivamente en esta biozona son: *Granulatisporites confluens* Archangelsky y Gamero, *Cyclogranisporites firmus* Jones y Truswell, *Convolutispora maximensis* Ottone, *Propriisporites laevigatus* Neves, *Lophotriletes copiosus* Peppers, *L. microsaeetus* (Loose) Potonié y Kremp, *Camptotriletes superbus* Neves, *Cadiospora magna* Kosanke, *Apiculatisporis spinosaeetus* (Loose) *emend.* Smith y Butterworth, *Punctatosporites rotundus* Bharadwaj *emend.* Alpern y Doubinger, *Punctatosporites cingulatus* Alpern y Doubinger, *Leiotriletes* sp. C Azcuy, *Limatulasporites* sp. Ottone, *Dictyotriletes* sp., *Endosporites* sp., *Cycadopites novus* (Srivastava) *comb. nov.* Entre las algas se encontraron formas como *Kagulubeites* sp. cf. *K. balmei* Bose y Maheshwari y *Rugaletes* sp. (véase cuadros 2-3).

Las especies frecuentes hasta abundantes en algunos niveles de la biozona son: *Calamospora liquida* Kosanke, *C. hartungiana* Schopf en Schopf, Wilson y Bentall, *Leiotriletes directus* Balme y Hennelly, *Punctatisporites gretensis* Balme y Hennelly, *P. genuinus* Azcuy, *Cyclogranisporites microgranulatus* (Menéndez y Azcuy) Archangelsky y Gamero, *Vallatisporites arcuatus* (Marques Toigo) Archangelsky y Gamero, *V. ciliaris* (Luber) Sullivan, *V. russoi* Archangelsky y Gamero, *Cristatisporites stellatus* (Azcuy) Gutiérrez y

Limarino, *Stenozonotriletes menendezii* Azcuy, *L. riobonitensis* Marques Toigo y Picarelli, *Verrucosisporites patelliformis* (Menéndez) Gutiérrez y Césari, *Reticulatisporites reticulatus* (Ibrahim) Ibrahim, *Laevigatosporites vulgaris* (Ibrahim) Alpern y Doubinger, *Punctatosporites granifer* (Potonié y Kremp) Alpern y Doubinger y varias de las especies de granos de polen monosacado.

La biozona se registra en la parte superior de la Formación Escarpment y en la parte inferior del miembro Yaguacúa de la Formación San Telmo, tanto en el perfil del río Caraparí (sección de referencia) como en Balapuca (véase la figura 2).

### Biozona TB

Se determinaron 89 especies de las cuales 48 corresponden a esporas trilete y 3 son monoletes de los géneros *Laevigatosporites*, *Punctatosporites* y *Thymospora*; 27 son especies de granos de polen y entre ellas 20 comprenden a granos monosacados, 3 a granos bisacados (*Limitisporites*, *Platysaccus*), un praecolpado (*Marsupipollenites*), un poliplicado (*Equisetosporites*) y granos monocolpados del género *Cycadopites*. Entre los elementos relacionados con las algas se hallaron 11 especies de los siguientes géneros: *Botryococcus*, *Brazilea*, *Tetraporina*, *Maculatasporites*, *Greinervillites*, *Quadrisporites*, *Portalites* y *Deusilites* (di Pasquo *et al.*, 2001).

Está definida por la aparición en la base de *Crucisaccites monoletus* Maithy, *Marsupipollenites triradiatus* Balme y Hennelly, *Equisetosporites argentinensis* Césari, *Thymospora pseudothiessenii* (Kosanke) Wilson y Venkatachala *emend.* Alpern y Doubinger, *Lophotriletes discordis* Gutiérrez y Césari, *Apiculatisporis aculeatus* (Ibrahim) Potonié y Kremp y por la frecuente presencia de *Lundbladisporea braziliensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons *emend.* Marques Toigo y Picarelli y granos de polen bisacados de los géneros *Limitisporites* y *Platysaccus* (véase cuadros 2-3).

Dos especies características fueron seleccionadas para nombrar la biozona: *Marsupipollenites triradiatus* Balme y Hennelly aparece en la base de por lo menos dos localidades (Caraparí y San Antonio) y *Lundbladisporea braziliensis* (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons *emend.* Marques Toigo y Picarelli, es un elemento frecuente hasta dominante dentro de la biozona, aunque aparecen escasos ejemplares en el tope de la biozona anterior. Esta asociación, presente en el anticlinal San Pedro en la sierra San Antonio, ha sido recientemente caracterizada e ilustrada por di Pasquo *et al.* (2001).

Entre las Biozonas MR y TB desaparecen varias especies, en su mayoría esporas como *Granulatisporites confluens* Archangelsky y Gamero, *G. parvus*

(Ibrahim) Schopf, Wilson y Bentall, *Convolutispora maximensis* Ottone, *Reticulatisporites reticulatus* (Ibrahim) Ibrahim, *Stenozonotriletes menendezii* Azcuy, *Camptotriletes superbus* Neves, *Verrucosisporites quasi-gobbettii* Jones y Truswell, *Reticulatisporites polygonalis* (Ibrahim) Loose, *Lophotriletes copiosus* Peppers, *Cristatisporites inordinatus* (Menéndez y Azcuy) Playford, *C. menendezii* (Menéndez y Azcuy) Playford, *Spelaeotriletes ybertii* (Marques Toigo) Playford y Powis, *Leiotriletes* sp. C Azcuy, *Limatulasporites* sp. Ottone, *Endosporites* sp. y *Cycadopites novus* (Srivastava) comb. nov. (véase cuadros 2-3). Estas de-

**Figura 4.** Correlación entre las unidades palinoestratigráficas propuestas para la Cuenca Tarija (norte de Argentina y sur de Bolivia) y otras biozonas de cuencas del Carbonífero Tardío de Argentina y Brasil. Referencias: 1. Azcuy y Jelin (1980); 2. Azcuy (1986); 3. Césari y Gutiérrez (2000); 4. Vergel (1993); 5. Daemón y Quadros (1970), Lima *et al.* (1983); 6. Souza (2000, 2001)./ *Correlation among the palynostratigraphic units proposed herein for the Tarija basin (northern Argentina and southern Bolivia) and other biozones of Late Carboniferous basins from Argentina and Brazil.*

sapariciones producen una importante reducción en el número de especies de esporas, 76 especies en la Biozona MR y 51 especies en esta biozona, mientras que el de los granos de polen y el paleomicroplanton varía levemente (véase el cuadro 4). Esta tendencia negativa se refleja también en la curva de evolución de la diversidad específica representada en el cuadro 4, donde se cuantifica el porcentaje del número de especies registradas en cada biozona sobre un total de 165 especies presentes en la Superbiozona (véanse los cuadros 2 y 3).

Se registra en la parte media del miembro Yaguacuá de la Formación San Telmo en las secciones de Balapuca, ríos Caraparí y Yacuy y en el anticlinal San Pedro en la sierra San Antonio. Se toma como sección de referencia a la parte media del Miembro Yaguacuá de la Formación San Telmo en el perfil del río Caraparí (véase la figura 2). El horizonte basal de la biozona corresponde a la muestra BAFC-PI 1260 ubicada a 25 m aproximadamente de la muestra BAFC-PI 446, último horizonte fértil de la Biozona MR en este perfil. El espesor que separa ambos niveles está casi totalmente representado por una cubierta reciente. El tope se ubica en la parte superior del Miembro Yaguacuá (Formación San Telmo) donde la litología cambia de color tornándose rojiza. El paleoambiente oxidante que representan estos depósitos rojos resultó inadecuado para la preservación de palinomorfos (di Pasquo y Azcuy, 1999b). El procesamiento de dos muestras BAFC-PI 1285 y 1280 correspondientes al Miembro Chimeo en el perfil de Balapuca (véase la figura 2), confirma la esterilidad de estas capas. En consecuencia, esta biozona se restringe a horizontes que se hallan por debajo de las capas rojas en la Formación San Telmo y su caracterización se limita a unas pocas muestras que representan un breve lapso durante el cual se desarrolló una vegetación de ambientes lacustres y fluviales bajo un clima relativamente húmedo (del Papa *et al.*, 1998; di Pasquo y Azcuy, 1999b).

Varios trabajos publicados tratan diversos aspectos geológicos y paleontológicos del Grupo Mandiyutí con base en la palinología (di Pasquo y Azcuy, 1997a, 1999a, 1999b; Azcuy y di Pasquo, 2000; di Pasquo *et al.*, 2001), entre los cuales se señala aquél de di Pasquo y Azcuy (1999b), orientado especialmente a la interpretación paleoambiental del perfil del río Caraparí basada en el análisis palinológico y palinofacial de las asociaciones presentes en la parte alta de la Formación Escarpment y en el Miembro Yaguacuá de la Formación San Telmo.

### Edad de las biozonas

El estudio detallado a nivel específico y la distri-

bución estratigráfica de las especies registradas en las diferentes secciones estudiadas así como el rango bioestratigráfico de cada taxón y la comparación de las asociaciones determinadas con otras palinofloras equivalentes reconocidas en cuencas de América del Sur y del resto del mundo, permitieron datar las biozonas aquí propuestas. También fue considerada la posición de cada palinozona dentro de la sucesión litoestratigráfica. A continuación se sustenta la edad de las palinozonas sobre el rango bioestratigráfico conocido de algunas de las especies clave seleccionadas (taxones con extensión vertical restringida a una determinada palinozona).

La Superbiozona VP es atribuida al Carbonífero Tardío. La edad de la base de la superbiozona (coincide con la Biozona KA) fue ampliamente discutida por di Pasquo (2002) y se apoya en la aparición de abundantes y diversificados granos de polen monosacado que representan a las primeras Coniferophyta y Cycadophyta (Gimnospermae), ambas con registros mundiales en el límite Carbonífero Temprano-Tardío (*e.g.* Clayton *et al.*, 1990; Clayton, 1996; Owens, 1996). En la Cuenca Tarija se hallan granos monosacados desde la base hasta el tope de la sucesión litoestratigráfica (véanse la figura 3 y el cuadro 3). La edad del tope de la superbiozona (coincide con la Biozona TB) se basa en la presencia de especies características de fines del Carbonífero Tardío como *Granulatisporites micronodosus*, *G. confluens*, *Lundbladispora braziliensis*, *Convolutispora ordonenzii*, *Crucisaccites monoletus*, pero principalmente, en la ausencia de ciertos granos de polen estriados como *Vittatina*, *Hamiapollenites*, *Fusacolpites* (Azcuy y di Pasquo, 2000; di Pasquo *et al.*, 2001), que marcan la base del Pérmico en diferentes cuencas gondwánicas (*e.g.* Utting, 1996). El rango bioestratigráfico de otras especies exclusivas de esta biozona como *Thymospora pseudothiessenii*, espóra monolette característica del final del Carbonífero en la mayoría de las cuencas del Carbonífero Tardío de EE.UU., Canadá, Gran Bretaña, España, Francia, Alemania, Checoslovaquia, Polonia, Rumania, China, Australia según Alpern y Doubinger (1973) y los granos de polen *Limitisporites hexagonalis*, *Limitisporites rectus* y *Marsupipollenites triradiatus*, conspicuos en asociaciones del Pérmico Temprano en cuencas de América del Sur (véase el cuadro 5) y Gondwana, avalan también la antigüedad aquí propuesta (véanse también los comentarios en el ítem Correlación...).

Por otra lado, sobre el Grupo Mandiyutí se depositaron capas de areniscas de la Formación Cangapi (palinológicamente estéril) y calcáreas de la Formación Vitiacua (véase en detalle en Azcuy y di Pasquo, 1999). Sempere *et al.* (1992) hallaron en la base de la última unidad citada, en las localidades de Canaletas y Narváez ubicadas hacia el noreste de la

**Cuadro 5.** Distribución geográfica, estratigráfica y bioestratigráfica de las especies de esporas, polen y paleomicroplanton autóctonas reconocidas en los Grupos Machareti y Mandiyuti. En la primera columna se identifican con A las especies presentes en el cuadro 2 y con B a aquellas en el cuadro 3. / *Geographic, stratigraphic and biostratigraphic distribution of spores (two tables), pollen grains and paleomicroplanton indigenous species recorded in the Machareti and Mandiyuti Groups. In the first column, the species with A are referred to Table 2 and those with B to Table 3. / Referencias / References: 1 - Césari y Gutierrez (2000); 2 - véase la lista de referencias generales / see the list of general references; 3 - Archangelsky et al. (1996); 4 - García (1995, 1996); 5 - Archangelsky y Vergel (1996); 6 - Souza (2000). Referencias generales / General references: ARGENTINA, Cuenca/Basin Paganzo - *Uspallata-Iglesia*: F. Guadacol (Vázquez Nístico y Césari, 1987; Césari y Vázquez Nístico, 1988; Ottone y Azcuy, 1990; Ottone, 1991). F. Tupe (Césari, 1984, 1985; Ottone y Azcuy, 1986, 1988, 1989; Césari y Limarino, 1987; Ottone, 1991). F. Lagares (Menéndez y Azcuy, 1969, 1971, 1972, 1973; Morelli et al., 1984; Césari y Gutierrez, 1984; Azcuy y Gutierrez, 1984; Gutierrez y Césari, 1988). F. Malanzán y Loma Larga (Azcuy, 1975 a, b; Gutierrez y Limarino, 2001). F. Agua Colorada (Menéndez, 1965; Menéndez y González Amicón, 1979; Azcuy et al., 1982; Azcuy y Gutierrez, 1984; Limarino et al., 1984; Limarino y Gutierrez, 1990; Gutierrez, 1993; Vergel y Luna, 1992; Vergel et al., 1993; Archangelsky et al., 1996). F. Jenes (González Amicón, 1973; Gutierrez y Césari, 1986; Césari y Bertowski, 1997). F. Mascasin (Azcuy y Jelin, 1980; Césari y Gutierrez, 2000). F. Trampeadero (Barrada, 1986). F. Cerro Agua Negra (Gutierrez, 1992). F. Santa Máxima (Ottone, 1989). F. Bajo de Véliz (Menéndez, 1971; Gutierrez y Césari, 2000). F. de la Cuesta (Aceño laza y Vergel, 1987). Cuenca San Rafael: F. El Imperial (Asociación inferior: Azcuy y Gutierrez, 1985; García, 1995, 1996; Asociación superior: García y Azcuy, 1987; García, 1995, 1996); Cuenca Colorado (Archangelsky y Gamero, 1980); Cuenca Tepuel-Genoa: F. Piedra Shotel (Gamero y Archangelsky, 1981); Cuenca Chacoparaná: F. Ordoñez (Zona *Potomizsporites - Lundbladispora*: Archangelsky y Gamero, 1979; Archangelsky et al., 1980; Vergel, 1987 a, 1993; Césari et al., 1995; Zona *Cristatisporites*: Archangelsky y Gamero, 1979; Vergel, 1986, 1987 b, 1993; Césari et al., 1995; Gutierrez et al., 1998); BRASIL, Cuenca Paraná: Subgrupo Itararé (parte inferior/*lower section*) (Daemon y Quadros, 1970; Lima et al., 1983; Souza et al., 1993, 1997, 2000; Souza, 1997, 1998, 2000). Subgrupo Itararé (parte superior/*upper section*) (Daemon y Quadros, 1970; Cauduro, 1970; Ybert, 1975; Pons, 1976 a, b; Bharadwaj et al., 1976; Boritoluzzi et al., 1978; Dias Fabrício, 1981, 1993; Marques Toigo, 1991; Souza, 2000). Cuenca Amazonas: Grupo Tapajós (Playford y Dino, 2000 a, b); URUGUAY, Cuenca Paraná: F. Melo (Marques Toigo, 1974; Beri, 1987; Vergel, 1987; Mautino et al., 1988 a, b); BOLLIVIA-PERU, Cuenca Madre de Dios: F. Tarma (Azcuy et al., 2002). F. Copacabana (Cousminer, 1965; Ottone et al., 1998).*

Cuadro 5 Esporas / Spores

PAIS

ANTIGÜEDAD

CUENCA

CUENCA \ UESTRATIGRAFICA

GUAND

TUTE

LAG

MAL

L.LAR

A.COL

BE

MASC.

TEAME

Co.A.N.

SANTAMARÍA

EV

DE LA C.

ETA

F.TA

C.TA

PTE

PTE

COL

TE-GE

C.F.P

C.F.P

CHACOP

C.TA

PTE

C.TA

PTE

PERU-BOLIVIA

ARGENTINA

C.F.P

C.TA

PTE

PTE

COL

TE-GE

C.F.P

C.F.P

CHACOP

C.TA

PTE

C.TA

PTE

PERU-BOLIVIA

BRASIL

C.TA

PTE

PTE

COL

TE-GE

C.F.P

C.F.P

CHACOP

C.TA

PTE

C.TA

PTE

PERU-BOLIVIA

URUGUAY

PTE

C.TA

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA

PERU-BOLIVIA

C.TA

PTE

PTE

PERU-BOLIVIA





Cuadro 5 (continuación) Polen / Pollen grains

Cmb#3	ESPECIES \ U. ESTRATIGRAFICA	ARGENTINA										BRASIL					URUGUAY			PERUBOLIVIA											
		PAIS					ANTIGÜEDAD					C/PAIS					C/PAIS			C/PAIS											
		CUENCA					CARBONIFERO TARDÍO					C/PAIS					C/PAIS			C/PAIS											
		GUAND.	TUPE	LAG	MAL L.LAR	A.COL	BEI	MASC.	TRAMP.	Co.A.N.	SANTAMA.RMA	E.V.	DE LAC.	PTA	C.TA	P.TE	F.TE	C/P	C/PAIS	CHACOP	C.TA	P.TE	F.TE	C/PAIS	AMAZ	PARANA	MELO	PARANA	MADEDEDIOS	TARMA	COPAC
B-24	<i>Catenulacites flavobas</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
B-12	<i>Carmanopolis densus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
B-26	<i>Carmanopolis yanaki</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
B-27	<i>Carmanopolis triangulans</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
B-19	<i>Circumplicatipollis plicatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-20	<i>Circumplicatipollis stigmatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-57	<i>Cruciacites latiscabatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-116	<i>Cruciacites monoletus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-74	<i>Cycadopites adjectus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-39	<i>Dicrasaccus stringophilus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-113	<i>Episcelesporites argentinensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-108	<i>Gondwanapollis</i> sp. cf. <i>G. frenguelli</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-115	<i>Limitsporites hexagonalis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-111	<i>Limitsporites rectus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-117	<i>Marsippollentes triadatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-107	<i>Platysaccus triumpfi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
A-71	<i>Plicatipollenites gondwanensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-13	<i>Plicatipollenites maldanensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-18	<i>Plicatipollenites trigonatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-22	<i>Potonesporites barrelli</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-21	<i>Potonesporites brasiliensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-23	<i>Potonesporites congoensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-17	<i>Potonesporites densus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-14	<i>Potonesporites magnus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-16	<i>Potonesporites neglectus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-15	<i>Potonesporites nancus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B-25	<i>Potonesporites triangulatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Cuadro 5 (continuación) Microplankton / Microplankton. Referencias/References: 1 - Césari y Gutiérrez (2000); 2 - véase la lista de referencias generales/see list of general references; 3 - Archangelisky et al. (1996); 4 - García (1995, 1996); 5 - Archangelisky y Vergel (1996); 6 - Souza (2000).

Cmb#3	ESPECIES \ U. ESTRATIGRAFICA	ARGENTINA										BRASIL					URUGUAY			PERUBOLIVIA											
		PAIS					ANTIGÜEDAD					C/PAIS					C/PAIS			C/PAIS											
		CUENCA					CARBONIFERO TARDÍO					C/PAIS					C/PAIS			C/PAIS											
		GUAND.	TUPE	LAG	MAL L.LAR	A.COL	BEI	MASC.	TRAMP.	Co.A.N.	SANTAMA.RMA	E.V.	DE LAC.	PTA	C.TA	P.TE	F.TE	C/P	C/PAIS	CHACOP	C.TA	P.TE	F.TE	C/PAIS	AMAZ	PARANA	MELO	PARANA	MADEDEDIOS	TARMA	COPAC
29	<i>Bostryacoccus Perazzi</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
30	<i>Brasilar edae</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
35	<i>Cyrtosphaera gondwanensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
45	<i>Desulfites izumi striatus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
41	<i>Forinites gondwanensis</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
28	<i>Quadrifurcata horridus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
32	<i>Terrestrialia horridus</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
31	<i>Terrestrialia</i> spp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

DATOS CUANTITATIVOS

No. spp. comunes	% (sobre 165 spp.)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
46	27.9	47	28.5	20.0	60	62	126	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
27.9	28.5	20.0	60	62	126	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
137 (7.6%)																																

No spp. comunes  
% (sobre 165 spp.)  
No spp. registradas aprox. en la soc.  
según los siguientes autores

ciudad de Tarija (sur de Bolivia), una microflora compuesta por esporas tales como: *Punctatisporites greten-sis* Balme y Hennelly, *Retusotriletes* sp., *Calamospora* sp., *Verrucosisporites* sp., y granos de polen principalmente estriados como *Lueckisporites virkkiae* (Potonié y Klaus) Klaus, *L. taeniaeformis* Jardiné, *Protohaploxylinus enigmaticus* (Maheshwari) Jardiné, *P. varius* (Bhardwaj) Balme, *Lunatisporites noviaulensis* (Leschik) Foster y *Striatoabietites* sp. Completan la asociación granos bisacados como *Alisporites parvus* de Jersey, *Vitreisporites palidus* (Reissinger) Nilsson, *Corisaccites alutas* Venkatachala y Kar, y otros como *Weylandites* cf. *W. magnus* (Bose y Kar) Van der Eem y *Cycadopites* sp. Esta asociación fue atribuida al Pérmico Medio-Tardío. Este dato permite sugerir una antigüedad pérmica temprana para la Formación Cangapi, la cual estaría acorde con una edad carbonífera tardía dada para la parte inferior de la Formación San Telmo. Además, la presencia de granos estriados en la Formación Vitiacua marca claramente un cambio microflorístico (y paleoambiental) en relación con la asociación palinológica correspondiente a la Biozona TB aquí definida. Por el momento, la falta de capas potencialmente fértiles entre ambas asociaciones impide conocer como habría sido la sucesión de eventos microflorísticos entre el Carbonífero más tardío y el Pérmico Medio. Cabe señalar que según la escala de tiempo que se utilice, el valor absoluto del límite Carbonífero - Pérmico puede variar en varios millones de años, por ejemplo, si se toma la escala propuesta por Menning (1993) el tope del Carbonífero se encuentra a los 296 Ma, mientras que en la presentada por Gradstein y Ogg (1996) se halla a los 290 Ma, al igual que en la Escala Global de la IUGS, compilada por Cowie y Bassett (1989). Esto impide por el momento relacionar las edades re-

lativas obtenidas a partir de las asociaciones palinológicas documentadas en la Cuenca Tarija con edades absolutas conocidas o establecidas en otras cuencas (o incluso en otros continentes) sobre la base de dataciones radimétricas, hasta tanto no se determinen edades absolutas en la Cuenca Tarija en combinación con datos palinológicos. La edad y correlación establecidas para las biozonas de la Cuenca Tarija a partir de especies comunes con otras palinofloras presentes en cuencas del Paleozoico Tardío principalmente de América del Sur, serán por lo tanto relativas y su precisión dependerá también del hallazgo de nuevos datos independientes con valor cronoestratigráfico.

Entre las especies características de la Biozona RS se halla *Raistrickia radiosa* de origen gondwánico y característica de la Palinozona *Grandispora maculosa* definida en Australia para el Namuriano por Powis (1984). Esta especie fue hallada también por Gutiérrez y Césari (1988) en la Formación Lagares de la Cuenca Paganzo en Argentina (véase el cuadro 5) y atribuida a la Subzona *Raistrickia - Plicatipollenites* del Carbonífero Tardío temprano por Césari (1986).

Otra especie que caracteriza esta biozona es *Raistrickia* sp. cf. *R. fulva* citada para el Westfaliano A de Turquía (Artüz, 1957), el Westfaliano A-C de Gran Bretaña (Smith y Butterworth, 1967), el Namuriano inferior-Westfaliano inferior de Gran Bretaña (Turner y Spinner, 1993) y el Namuriano C-Westfaliano A de Egipto (Kora, 1993). Aparecen también otras especies de esporas como *Apiculatasporites spinulistratus*, *Anapiculatisporites* sp. cf. *A. argentinensis* y *Cyclogranisporites aureus*, las cuales son comunes con la Palinozona *Ancistrospora* definida en la Cuenca Paganzo (Azcuy y Jelín, 1980). Todas ellas sustentan la antigüedad carboní-

**Figura 5.** Reinterpretación de los movimientos de la fase Chánica y ubicación cronoestratigráfica de la Formación Itacua (= Saipurú) en el Carbonífero Inferior, sobre la base de datos palinológicos presentados por di Pasquo y Azcuy (1997b). / *Reinterpretation of the movements of the Chanic phase and chronostratigraphic location of the Itacua (= Saipurú) Formation assigned to the Lower Carboniferous, on the basis of palynologic data presented by di Pasquo and Azcuy (1997b).*

fera tardía temprana propuesta para esta biozona (véanse las figuras 3 y 4).

La Palinozona BC podría ser atribuida al Carbonífero Tardío medio (= Namuriano C a Westfaliano D), basado en la presencia conspicua de *Dictyotriletes bireticulatus*, cuya distribución bioestratigráfica principalmente en asociaciones del Hemisferio Norte (Europa y China) abarca el Namuriano superior hasta el final del Westfaliano (Loboziak, 1974; Coquel *et al.*, 1976; Clayton *et al.*, 1977; Gao, 1985). La frecuencia máxima de ejemplares (abundancia) en esas asociaciones se da en general entre el Westfaliano B y C, y su extinción en el Westfaliano D. En la Cuenca Tarija el rango de esta especie se extiende entre la base y casi el tope de la Palinozona BC (véase el cuadro 2) y su abundancia se registra desde la parte media hasta casi el tope (véase la figura 3).

Entre las especies con valor estratigráfico presentes en la Palinozona MR se encuentran *Granulatisporites confluens*, *G. micronodosus*, *G. austroamericanus* y *Deusilites tenuistriatus*, las cuales fueron halladas principalmente en asociaciones de la Cuenca Chacoparaná (véase el cuadro 5), atribuidas a la Palinozona *Potonieisporites - Lundbladispota* del Carbonífero Tardío tardío (Archangelsky y Gamarro, 1979; Vergel, 1993; Archangelsky y Vergel, 1996). Otro género que aparece en esta biozona es *Punctatosporites*, representado por las especies *P. granifer*, *P. cingulatus* y *P. rotundus*, las cuales aparecen en las asociaciones del Hemisferio Norte como elementos frecuentes en el Westfaliano tardío y conspicuos en el Estefaniano (Bhardwaj, 1957; Alpern y Doubinger, 1973; Brousmiche *et al.*, 1992; Coquel y Rodríguez, 1994, 1995). Además, la mayoría de las especies características reconocidas en esta biozona fueron halladas en las Palinozonas *Potonieisporites* en la Cuenca Paganzo y *Potonieisporites - Lundbladispota* en la

Cuenca Chacoparaná. Ambas asociaciones avalan la ubicación de la Palinozona MR en el Carbonífero Tardío tardío (Estefaniano; véanse las figuras 3 y 4), en coincidencia con lo propuesto por Azcuy *et al.* (1984).

### Correlación con otras palinozonas de América del Sur

La zonación aquí propuesta, por ahora válida para las regiones del norte de Argentina y sur de Bolivia comprendidas en la Cuenca Tarija para el Carbonífero Tardío, es correlacionada con otras biozonas principalmente de América del Sur como se muestra en la figura 4. El método de correlación estratigráfica utilizado se basa en la detección de "especies guía" con rango estratigráfico restringido y una extensión geográfica amplia. Sin embargo, y coincidiendo con lo expuesto por Kemp *et al.* (1977) acerca de la correlación de unidades bioestratigráficas que involucran grandes distancias, éstas deben ser usadas con precaución ya que factores biogeográficos locales controlan la composición cuali-cuantitativa de las microfloras, entre las que se encuentran las "especies guías" mencionadas.

En el cuadro 5 se presenta la distribución geográfica y estratigráfica de las especies registradas en la Superbiozona VP de la Cuenca Tarija. La gran cantidad de especies comunes con otras palinozonas reconocidas en diversas localidades del Carbonífero Tardío de Argentina y Brasil apoya la edad carbonífera tardía atribuida aquí a la Superbiozona. Sin embargo, puede observarse también un número significativo de especies comunes (esporas, granos monosacados y bisacados no estriados) con las palinozonas del Pérmico de la Cuenca Paraná en Brasil y Uruguay (véase el cuadro 5). Este hecho estaría vinculado

**Figura 6. A, *Kraeuselisporites volkheimerii*** Azcuy; Formación San Telmo en el río Caraparí / *San Telmo Formation in the Caraparí river*, BAFC-PI 8T B35/1. **B, *Circumplicatipollis plicatus*** Ottone y Azcuy, Formación San Telmo en el río Caraparí / *San Telmo Formation in the Caraparí river*, BAFC-PI 446(b) G58/3. **C, G, *Apiculatasporites spinulistratus*** (Loose) Ibrahim. **C**, Formación Tarija en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1161(1) G49/2. **G**, Formación Tarija en la quebrada Iquirá / *Tarija Formation in Iquirá creek*, BAFC-PI 1145(1) C45/0. **D, *Crassispora kosankei*** (Potonié y Kremp) Bhardwaj *emend.* Smith y Butterworth; Formación Tupambi en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 451(3) G25/4. **E, *Raistrickia densa*** Menéndez, Formación Itacuamí en el arroyo Tuyunti / *Itacuamí Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1159(1) C51/1. **F, *Cyclogranisporites minutus*** Bhardwaj, Formación Itacuamí en la quebrada Iquirá / *Itacuamí Formation in Iquirá creek*, BAFC-PI 1141(1) K33/2. **H, *Cystoptychus azcuyi*** di Pasquo, Formación Tupambi en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 451(1) C33/4. **I, *Raistrickia radiosa*** Playford y Helby, Formación Itacuamí en la quebrada Iquirá / *Itacuamí Formation in Iquirá creek*, BAFC-PI 1139(1) P59/4. **J, *Rugospora australiensis*** (Playford y Helby) Jones y Truswell, Formación Tarija en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1164(1) O42/2. **K, *Granaspores medius*** (Dybová and Jachovicz) Ravn, Butterworth, Phillips and Peppers, Formación Tupambi en el arroyo Tuyunti / *Tupambi Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1C(4) W24/1. **L, *Verrucosporites quassigobettii*** Jones y Truswell, Formación Tarija en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1161(1) J47/2. **M, *Dictyotriletes bireticulatus*** (Ibrahim) Potonié y Kremp *emend.* Smith y Butterworth 1967, *morphon*, Formación Tarija en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1148(1) P58/3. Se muestra el retículo de la cara distal y fuera de foco, la marca trilete abierta / *the distal reticulum is shown and out of focus, the open trilete*. Las coordenadas corresponden a la reglilla England Finder / *Coordinates correspond to the England Finder reticule*. La sigla de los preparados pertenece al repositorio ubicado en el Laboratorio de Palinoestratigrafía del Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) / *The slides prefixes refer to the repository housed in the Palynostratigraphy Laboratory of the Department of Geology (Exacts and Natural Sciences Faculty, University of Buenos Aires)*. Todas/all x 1000, excepto / *except B, x 500*. Escala gráfica/scale bar = 10 µm y 20 µm respectivamente / *respectively*.



principalmente a dos factores: la existencia de un límite transicional Carbonífero - Pérmico reconocido palinológicamente principalmente en el sur de América del Sur en las Cuencas Chacoparaná (Argentina) y Paraná (Brasil) y la persistencia en el Pérmico de muchos taxones que aparecen en el Carbonífero Tardío *s.l.* en esas cuencas y otras vecinas. La diferencia entre ambas palinofloras diacrónicas radica en la ausencia, en la Superbiozona VP de la Cuenca Tarija, de granos de polen estriados característicos de las asociaciones del Pérmico. Cabe señalar que en las palinofloras del Carbonífero Tardío de las Cuencas Paraná, Madre de Dios (Formación Tarma) y Amazonas (Grupo Tapajós) (véanse las referencias del cuadro 5) aparecen subordinados granos de polen estriados de los géneros *Protoploxypinus*, *Hamiapollenites* y *Striatopodocarpites*, los cuales son comunes en las asociaciones del Pérmico. Esto refuerza el hecho de que biozonas correlacionables por su composición relativamente similar no correspondan necesariamente a una misma edad. Debe decirse que también lo contrario es válido; tanto en el pasado como en la actualidad coexisten diferentes conjuntos florísticos que no pueden ser vinculados a partir de elementos comunes por carecer de ellos o por ser éstos muy escasos. Un ejemplo de esto último se observa en la escasa proporción de elementos comunes con las palinofloras documentadas en el Grupo Tapajós en la Cuenca Amazonas: 18 especies de las 75 determinadas por Playford y Dino (2000a, 2000b) son en su mayoría granos de polen monosacados (véase el cuadro 5).

Archangelsky y Marques Toigo (1980) discutieron las características de las biozonas o asociaciones presentes hasta ese momento en las diferentes regiones del mundo para el límite Carbonífero - Pérmico haciendo referencia a la disminución significativa de especies de esporas en este límite, que aunque transicional, muestra un paulatino cambio en la palinoflora. Esto estaría relacionado con el movimiento de los continentes y en especial de Gondwana hacia posi-

ciones cada vez más tropicales (latitudes más bajas) induciendo un cambio climático (véase la figura 6C en Azcu y di Pasquo, 1999), el cual habría favorecido el desarrollo de floras de ambientes más desérticos a los cuales se vinculan los granos de polen estriados. La reducción de especies de esporas también respondería a este cambio paleoclimático.

En la Biozona TB de la Cuenca Tarija se registra solamente una reducción en el número de especies de esporas (véase el cuadro 4) pero no aparecen granos de polen estriados, especialmente del género *Vittatina* (Hart, 1966) como ocurre en las asociaciones del Pérmico de Argentina, Brasil y Uruguay (Archangelsky y Gamarro, 1979; García, 1996; Arai, 1980; Arai y Rösler, 1980; Marques Toigo, 1991; Dias, 1993; Mautino *et al.*, 1998b). Sólo se ha encontrado en esta biozona *Equisetosporites*, grano de polen poliplotado con un valor paleoambiental más que temporal; es relacionado con climas más áridos y su presencia aquí podría estar vinculada con el cambio paleoambiental acaecido en la Cuenca Tarija con la aparición de capas rojas en la parte superior del Miembro Yaguacuá de la Formación San Telmo, de manera semejante a lo observado también en la Cuenca Paganzo. En esta última merece una mención especial la microflora de Cuesta de Huaco, descrita por Limarino y Césari (1987) en el Miembro Vallecito correspondiente al tope de la Formación Patquía. La misma se encuentra integrada por numerosas especies nuevas, entre las que se encuentran varias pertenecientes al grupo de los granos poliplotados que aparecen en una alta proporción. Esta microflora es atribuida al Pérmico Medio-Tardío teniendo en cuenta la posición estratigráfica de la capa portadora de los granos poliplotados. No se citan estriados que avalen esta edad.

En la base de la misma secuencia aparece una microflora caracterizada por especies como *Lundbladispora braziliensis*, *Crucisaccites monoletus* y otras de asignación específica abierta de los géneros *Convolutispora*, *Vallatisporites*, *Apiculatisporis*, *Plica-*

**Figura 7. A, *Cristatisporites chacoparanensis*** Ottone, Formación Tarija en la quebrada Iquira / *Tarija Formation in Iquira creek*, BAFC-PI 1147(1) U24/0. **B, *Endosporites zonalis*** (Loose) Knox, Formación Tarija en el arroyo Tuyunti / *Tarija Formation in Tuyunti creek*, BAFC-PI 1150(1) Z21/0. **C, *Granulatisporites micronodosus*** Balme y Hennelly, Formación San Telmo en el río Caraparí / *San Telmo Formation in Caraparí river*, BAFC-PI 8T C26/0. **D, *Reticulatisporites reticulatus*** (Ibrahim) Ibrahim, Formación Escarpment en el río Caraparí / *Escarpment Formation in Caraparí river*, BAFC-PI 5MII W46/0. **E, *Reticulatisporites passaspectus*** Ottone, Formación San Telmo en el río Caraparí / *San Telmo Formation in Caraparí river*, BAFC-PI 446(2) A55/0. **F, *Convolutispora ordonenzii*** Archangelsky y Gamarro, Formación San Telmo en el río Caraparí / *San Telmo Formation in Caraparí river*, BAFC-PI 8(0) E37/2. **G, *Lundbladispora braziliensis*** (Pant y Srivastava) Marques Toigo y Pons *emend.* M. Toigo y Picarelli, Formación San Telmo en el río Yacuy / *San Telmo Formation in Yacuy river*, BAFC-PI 1495(1) S51/2. **H, *Raistrickia paganciana*** Azcu, Formación San Telmo en el río Caraparí / *San Telmo Formation in Caraparí river*, BAFC-PI 8M1 L20/3. **I, L, *Limitisporites hexagonalis*** Bose y Maheshwari. **I, L**, Formación San Telmo en el anticlinal San Pedro / *San Telmo Formation in the San Pedro anticline*, BAFC-PI 1271(4) A34/2. **L**, Formación San Telmo en el río Yacuy / *San Telmo Formation in Yacuy river*, BAFC-PI 1495(2) M30/0. **J, *Crucisaccites monoletus*** Maithy, Formación San Telmo en el anticlinal San Pedro / *San Telmo Formation in the San Pedro anticline*, BAFC-PI 1271(1) Q59/1. **K, *Marsupipollenites triradiatus*** Balme y Hennelly, Formación San Telmo en el río Yacuy / *San Telmo Formation in Yacuy river*, BAFC-PI 1495(1) P37/1. **M, *Equisetosporites argentinensis*** Césari, Formación San Telmo en el río Yacuy / *San Telmo Formation in Yacuy river*, BAFC-PI 1495(1) E34/4. **N, *Limitisporites rectus*** Leschik, Formación San Telmo en el anticlinal San Pedro / *San Telmo Formation in the San Pedro anticline*, BAFC-PI 1271(4) K28/3. A-F, H, K x 1000, las restantes / *the rest x 500*. Escala gráfica/*scale bar* = 10 µm y 20 µm respectivamente / *respectively*.



*tipollenites* y *Potonieisporites*. Según dichos autores, este conjunto resulta peculiar por la aparente ausencia de granos de polen estriados sugiriendo una antigüedad carbonífera tardía. La escasa presencia de esporas, siempre abundantes en asociaciones algo más antiguas, la ubicarían además en un Carbonífero Tardío cuspidal. En consecuencia, basado en el aspecto similar de esta microflora (Limarino y Césari, 1987) con la Biozona TB aquí definida, se propone su correlación.

En el cuadro 5 se presentan también datos cuantitativos con respecto al número de especies comunes con las microfloras de varias cuencas del sur de América del Sur así como la cantidad de especies determinadas según diversos autores en esas cuencas. La presencia de alrededor de 100 especies comunes entre las Cuencas Tarija y Paganzo/Uspallata-Iglesia, sobre un total de 137 especies del Carbonífero Tardío listadas por Archangelsky *et al.* (1996) y Césari y Gutiérrez (2000), y de 44 especies comunes con la Cuenca San Rafael, sobre un total 80 especies del Carbonífero Tardío publicadas por García (1995, 1996), permite plantear por un lado estrechas similitudes principalmente entre las tres primeras palinozonas de la Cuenca Tarija con la Palinozona *Ancistrospora* y parte de la Palinozona *Potonieisporites* del Carbonífero Tardío en la Cuenca Paganzo (véase la figura 4). Por el otro lado, serían correlacionables las palinozonas más jóvenes aquí presentadas con las Palinozonas *Potonieisporites* y III (Azcu, 1986). Además, 27 especies comunes sobre las 44 listadas por Archangelsky y Vergel (1996) para el Carbonífero Tardío de la Cuenca Chacoparaná, sustentan la correlación entre las Palinozonas MR y TB con la Palinozona *Potonieisporites-Lundbladispota* (véanse la figura 4 y el cuadro 5).

Recientemente, Souza (2000) expresa que, aún con algunas variaciones en la distribución vertical (o estratigráfica) de los taxones determinados, se encuentran 51 especies comunes sobre un total de 85 especies del Carbonífero Tardío de la Cuenca Paraná (véase el cuadro 2.3 en Souza, 2000), avalando la correlación entre las Palinozonas *Ahrensia* *cristatus* y *Crucisaccites monoletus* (Souza, 2000, 2001) con las Palinozonas BC, MR y TB de la Cuenca Tarija (véase la figura 4).

### Retrabajo de palinomorfos

El conjunto de palinomorfos redepositados está compuesto por 154 especies de las cuales 62 corresponden a esporas, 32 son prasinofitas, 5 son algas clorofíceas, 53 son acritarcas y dos son quitinozoarios (véase la lista más abajo). En el cuadro 4 se representan los porcentajes promedio de esporas (E) y paleomicroplancton (Mp) sobre el total de los palinomor-

fos contabilizados por muestra (en general entre 200 y 400 ejemplares) en las distintas localidades estudiadas. Ambos conjuntos de palinomorfos, autóctonos y retrabajados, mostraron porcentajes promedio entre 20 % y 80 % en las distintas biozonas, aunque los mayores porcentajes del conjunto retrabajado se documentan en las Biozonas RS (80%) y BC (aproximadamente 60%), algo menor en la Biozona MR (49%) y francamente menor en las Palinozonas KA (29%) y TB (alrededor de 20%) (véase el cuadro 4). Un dato interesante que surgió de la observación minuciosa del material, es la presencia de piritas en muchos de los palinomorfos redepositados, especialmente en aquéllos de origen marino. Los palinomorfos autóctonos en cambio, no presentaron evidencias de piritización. Las interpretaciones paleoambientales propuestas principalmente para las unidades del Grupo Macharetí en la Argentina fueron vinculadas más o menos estrechamente con un origen marino, a partir del reconocimiento de acritarcas en sus asociaciones palinológicas. Este estudio sugiere la ausencia de palinomorfos marinos determinables como parte del conjunto autóctono en los estratos de los Grupos Macharetí y Mandiyutí, lo cual apoyaría un origen esencialmente continental para su depositación sin descartar paleoambientes mixtos próximos a una línea de costa marina.

Di Pasquo y Azcu (1997b) caracterizaron las asociaciones palinológicas retrabajadas del Devónico y Carbonífero Temprano halladas en muestras del Carbonífero Tardío de los Grupos Macharetí y Mandiyutí e ilustraron parte de este material palinológico. El objetivo principal fue discutir la posición del límite Devónico-Carbonífero y la discordancia producida por la fase Chánica en algunas secciones litoestratigráficas de Bolivia con estudios palinológicos.

En la figura 5 se citan algunas especies características de estas asociaciones. La asociación más antigua es atribuida al Devónico s.l., comprende a la mayoría de las especies paleomicroplanctónicas y esporas características de este periodo como *Geminospora lemura*, *Grandispota pseudoreticulata*, *Emphanisporites annulatus*, *Verrucosisporites scurrus*, *V. premnus* (véase los autores en la lista de especies abajo). La segunda asociación se restringe a especies características del Devónico Tardío tardío y que constituyen la palinozona mundialmente reconocida, definida por Wood (1984) como *Retispota lepydophyta* - *Umbellasphaeridium saharicum*. El tercer conjunto corresponde a especies continentales registradas en secuencias del Carbonífero Inferior como *Cyrtospota cristifera*, *Tumulispota rarituberculata*, *Verrucosisporites nitidus*, *Convolutispota circumvallata*, *Knoxisporites heredatus*.

Azcu y Laffitte (1981) reconocieron la presencia de palinomorfos retrabajados del Devónico en los



Grupos Macharetí y Mandiyutí. El análisis exhaustivo de las especies redepositadas realizado por di Pasquo (1999) permitió confirmar la depositación de capas del Devónico más tardío y Carbonífero Temprano en la parte argentina de la cuenca, las cuales habrían formado parte de las cordilleras conocidas como Protocordillera Oriental y Arco de Michicola que habrían limitado a la Cuenca Tarija por el oeste y sureste durante el Carbonífero Tardío. Estas evidencias palinológicas permiten suponer que en la parte argentina de la cuenca se depositaron capas equivalentes en antigüedad a las Formaciones Iquirí y Saipurú (=Itacua), reconocidas en afloramientos en la parte boliviana de la cuenca (véase el cuadro 1). En la Argentina, estos estratos habrían sido expuestos a la erosión (principalmente post-glacial) debido al ascenso producido por los movimientos finales de la fase Chánica durante el Carbonífero Temprano (véase la figura 5).

Una revisión de la información palinológica publicada por otros autores brindada por las Formaciones Itacua-Saipurú y Cumaná, que afloran en distintas localidades de Bolivia, permitió reconocer en esas unidades una mezcla de palinomorfos que sugieren la presencia de un conjunto redepositado de edad devónica (incluyendo la biozona del Devónico más tardío *Retispora lepydophyta-Umbellasperidium saharicum*), y otro autóctono compuesto por esporas del Carbonífero Temprano. De esta forma, di Pasquo y Azcuy (1997b) reinterpretaron como carbonífera inferior la posición estratigráfica de las citadas unidades, las cuales son consideradas por otros autores (e.g. Suárez Soruco, 1989) como unidades del límite Devónico-Carbonífero, basándose en la mezcla de palinomorfos de esas edades. Los movimientos iniciales de la fase Chánica habrían actuado en el límite Devónico - Carbonífero elevando los terrenos precarboníferos y favoreciendo su posterior erosión y aporte de los palinomorfos contenidos en esas rocas a las sedimentitas del Carbonífero Inferior (véase la figura 5; di Pasquo y Azcuy, 1997b; Azcuy y di Pasquo, 1999).

A su vez, posiblemente hacia el final del Carbonífero Temprano, movimientos finales de la fase Chánica habrían elevado las capas del Carbonífero Inferior, y la deglaciación producida a comienzos del Carbonífero Tardío, luego de un episodio glacial importante durante el Carbonífero Temprano tardío (López Gamundí, 1997), habría favorecido la erosión tanto de las sedimentitas del Devónico como del Carbonífero Inferior incorporando sus palinomorfos a la sedimentación esencialmente continental (fluvio-lacustre-deltaica) ocurrida durante el Carbonífero Tardío en la porción argentina de la Cuenca Tarija (Starck *et al.*, 1993b; di Pasquo y Azcuy, 1999b; Schulz *et al.*, 1999).

A continuación se presenta una lista ampliada de las especies identificadas previamente por di Pasquo y Azcuy (1997b) en los Grupos Macharetí y Mandiyutí, considerando otras localidades estudiadas posteriormente por di Pasquo (1999).

#### Esporas

*Acanthotriletes denticulatus* Naumova  
*Acinosporites acanthomamillatus* Richardson  
*Acinosporites eumamillatus* Loboziak *et al.*  
*Acinosporites ledundae* Ottone  
*Acinosporites lindlarensis* Riegel  
*Anapiculatisporites* sp. cf. *A. semisetus* Playford  
*Ancyrospora langii* (Taugourdeau-Lantz) Allen  
*Ancyrospora simplex* Guennel  
*Apiculiretusispora brandtii* Strel (= *A. nitida* Owens)  
*Archaeoperisaccus* sp. cf. *A. scabratus* Owens  
*Archaeoperisaccus* sp. Ottone  
*Archaeozonotriletes columnus* Allen  
*Archaeozonotriletes variabilis* Naumova  
*Auroraspora macra* Sullivan  
*Auroraspora solisorta* Hoffmeister, Staplin y Malloy  
*Camarozonotriletes antiquus* Kedo  
*Convolutispora circumvallata* Clayton  
*Corbulispora cancellata* (Waltz) Bharadwaj y Venkatachala  
*Cristatisporites echinatus* Playford  
*Cyrtospora cristifera* (Luber) *emend.* Van der Zwan  
*Dibolisporites distinctus* (Clayton) Playford  
*Dibolisporites turriculatus* Balme  
*Dictyotriletes emsiensis* (Allen) McGregor  
*Emphanisporites annulatus* McGregor  
*Emphanisporites rotatus* (McGregor) McGregor  
*Emphanisporites hibernicus* Clayton, Higgs y Keegan  
*Emphanisporites decoratus* Allen  
*Emphanisporites magnus* Coquel y Moreau-Benoit  
*Endosporites longiradiatus* Menéndez y Pöthe de Baldis  
*Geminispora lemurata* Balme *emend.* Playford  
*Gneudaspora divellomedium* Balme  
*Grandispora echinata* Hacquebard  
*Grandispora gabesensis* Loboziak y Strel  
*Grandispora inculta* Allen  
*Grandispora mammillata* Owens  
*Grandispora protea* (Naumova) Moreau-Benoit  
*Grandispora pseudoreticulata* (Menéndez y Pöthe de Baldis) Ottone  
*Grandispora riegeli* Loboziak y Strel  
*Grandispora brevispinosa* Menéndez y Pöthe de Baldis  
*Hymenozonotriletes explanatus* (Luber) Kedo  
*Knoxisporites heredatus* (Ishchenko) Playford  
*Leiotriletes tortilis* Playford  
*Lophozonotriletes bellus* Kedo  
*Pustulatisporites* sp. cf. *P. gibberosus* (Hacquebard) Playford  
*Raistrickia baculosa* Hacquebard  
*Raistrickia* sp. cf. *R. corynoges* Sullivan  
*Reticulatisporites labiatus* Ravn  
*Reticulatisporites peltatus* Playford  
*Retispora lepydophyta* (Kedo) Playford  
*Retusotriletes crassus* Clayton *et al.*  
*Retusotriletes incohatus* Sullivan  
*Retusotriletes paraguayensis* Menéndez y Pöthe de Baldis  
*Samarisporites megaformis* Richardson  
*Samarisporites triangulatus* Allen  
*Spinozonotriletes uncatu* Hacquebard  
*Tumulispora rarituberculata* (Luber) Playford  
*Vallatisporites pusillites* (Kedo) Dolby y Neves  
*Verrucosisporites baccatus* Staplin  
*Verrucosisporites bulliferus* Richardson y McGregor  
*Verrucosisporites nitidus* (Naumova) Playford  
*Verrucosisporites premnus* Richardson  
*Verrucosisporites scurrus* (Naumova) McGregor y Camfield

**Prasinophyceae**

*Cymatiosphaera apiaria* Ottone  
*Cymatiosphaera canadensis* Deunff  
*Cymatiosphaera pavimenta* (Deflandre) Deflandre  
*Cymatiosphaera perimembrana* Staplin  
*Dictyotidium cavernosulum* Playford  
*Dictyotidium torosum* Playford  
*Dictyotidium variatum* Playford  
*Duvernaysphaera angelae* Deunff  
*Duvernaysphaera kraeuselii* (Stockmans y Willièrre) Stockmans y Willièrre  
*Duvernaysphaera radiata* Brito  
*Duvernaysphaera tenuicingulata* Staplin  
*Duvernaysphaera tessella* Deunff  
*Hemiruptia legaultii* Ottone  
*Leiosphaeridia* spp.  
*Maranhites brasiliensis* Brito *emend.* Burjack y Oliveira  
*Maranhites insulatus* Burjack y Oliveira  
*Maranhites lobulatus* Burjack y Oliveira  
*Maranhites mosesii* (Sommer) Brito *emend.* Burjack y Oliveira  
*Orygmahapsis pachyderma* Colbath  
*Polyedryxium cuboides* Deunff  
*Polyedryxium decorum* Deunff  
*Polyedryxium embudum* Cramer  
*Polyedryxium pharaonis* Deunff *ex* Deunff  
*Polyedryxium simplex* Deunff  
*Polyedryxium* sp. cf. *P. talus* Deunff  
*Polyedryxium* sp. Barreda  
*Pterospermella circumstriata* Jardiné *et al.*  
*Pterospermella hermosita* (Cramer) Eisenack, Cramer y Diez  
*Pterospermella pernambucensis* (Brito) Eisenack *et al.*  
*Pterospermella solis* Wicander  
*Pterospermella tenellula* Playford  
*Tasmanites* spp.  
*Chlorophycean algae*  
*Chomotriletes bistchoensis* Staplin (ó *C. multivittatus* Playford)  
*Chomotriletes vedugensis* Naumova  
*Petrovina connata* Oliveira y Burjack  
*Quadrifurcites granulatus* (Cramer) Ströther  
*Quadrifurcites variabilis* (Cramer) Ottone y Rossello

**Quitinozoarios**

*Angochitina galarzae* Ottone  
*Lagenochitina sommerii* Lange

**Acritarcha**

*Ammonidium garrasinoi* Ottone  
*Arkonina virgata* Burmann  
*Arkonites bilix* Legault  
*Baltisphaeridium triangulare* Stockmans y Willièrre  
*Baltisphaeridium* sp. Ottone  
*Bimerga bensonii* Wood  
*Buedingsphaeridium* sp. McGregor  
*Costatilobus undulatus* Playford  
*Crucidia camirensis* (Lobo Boneta) Ottone  
*Dactylofusa fastidiosa* (Cramer) Eisenack *et al.*  
*Daillydium pentaster* (Staplin) *emend.* Playford  
*Estiastra barbata* Downie  
*Estiastra improcera* Loeblich  
*Estiastra rhytidia* Downie  
*Evittia geometrica* Playford  
*Evittia somerei* Brito  
*Exochoderma arca* Wicander y Wood  
*Exochoderma triangulata* Wicander y Wood  
*Gorgonisphaeridium canningense* Colbath  
*Gorgonisphaeridium carnarvonense* Playford y Dring  
*Gorgonisphaeridium condensum* Playford  
*Gorgonisphaeridium discissum* Playford  
*Gorgonisphaeridium ohioense* (Winslow) Wicander  
*Gorgonisphaeridium winslowiae* Staplin *et al.*

*Gorgonisphaeridium* sp. Ottone  
*Hapsidopalla invenusta* Wicander y Wood  
*Hapsidopalla exornata* (Deunff) Playford  
*Helosphaeridium microclavatum* Playford  
*Leiofusa banderillae* Cramer  
*Leiofusa pyrena* Wicander y Wood  
*Leiofusa* sp. Colbath  
*Leiofusa* sp. Ottone  
*Lophosphaeridium dumalis* Playford  
*Michrystridium comatum* Stockmans y Willièrre  
*Multiplicisphaeridium ramispinosum* Staplin  
*Multiplicisphaeridium irregularis* Staplin, Jansonius y Pocock  
*Muraticavea munificus* Wicander y Wood  
*Navifusa bacillum* (Deunff) Playford  
*Navifusa multistriata* (Brito) Combaz *et al.*  
*Palacanthus ledanoisi* (Deunff) Playford  
*Polygonium barredae* Ottone  
*Pseudolunulidia imperatrizensis* Brito y Santos  
*Pseudolunulidia* sp. Ottone  
*Stellinium micropolygonale* (Stockmans y Willièrre) Playford  
*Stellinium octoaster* (Staplin) Jardiné *et al.*  
*Tunisphaeridium caudatum* Deunff y Evitt  
*Umbellasphaeridium saharicum* Jardiné *et al.*  
*Umbellasphaeridium deflandrei* (Moreau-Benoit) Jardiné *et al.*  
*Verhyachium colemanii* Playford  
*Verhyachium downiei* Stockmans y Willièrre  
*Verhyachium lairdii* Deflandre *ex* Deunff  
*Verhyachium polyaster* Staplin  
*Verhyachium trispinosum* (Eisenack) Deunff

**Agradecimientos**

Deseo agradecer especialmente a C. Azcuy quien fuera mi director de Tesis Doctoral, por su dedicación y apoyo constante durante el desarrollo de mi investigación. También a E. Ottone por las fructíferas discusiones sobre algunos temas principalmente relacionados con la sistemática de los palinomorfos. Agradezco a S. Gorustovich quien facilitó la realización de la campaña de 1998 a las sierras de Aguaraquí y de las Pavas en Salta, y especialmente a C. Arias y a su equipo de trabajo, quienes proveyeron la movilidad para recorrer los perfiles en la sierra de las Pavas y en especial a E. Gallardo que nos aportó el perfil de Balapuca y ubicó las muestras recolectadas. A H. Carrizo por colaborar con las tareas de campo. A G. Holfeltz muy especialmente por realizar el procesamiento palinológico. Se hace extensivo el agradecimiento al Departamento de Geología de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA) donde se desarrollaron las tareas de investigación. Esta contribución sintetiza las principales conclusiones de la Tesis Doctoral, esta última enmarcada en dos proyectos de mayor envergadura dirigidos por C. Azcuy que fueron subsidiados por el CONICET a través del PIP 4024/97 y por la ANPCYT (Agencia de Promoción Científica y Tecnológica) a través del Pict No. 08164/98.

**Bibliografía**

Aceñolaza, F.G. y Vergel, M.M. 1987. Hallazgo del Pérmico superior fosilífero en el Sistema de Famatina. *10º Congreso Geológico Argentino* (San Miguel de Tucumán), *Actas* 3: 125-129.  
 Alpern, B. y Doubinger, J. 1973. *Microfossiles organiques du Paléozoïque. 6 Les Spores. Les miospores monoletés du Paléozoïque*. Commission Internationale de Microflore du Paléozoïque, Centre Natural Research Scientific, Paris, pp. 104.

- Arai, M. 1980. Contribuição dos pólenes estriados na bioestratigrafía neopaleozóica da parte noroeste da bacia do Paraná. *Boletim Instituto de Geociências, Universidade São Paulo* 11: 125-135.
- Arai, M. y Rösler, O. 1980. Polens e esporos associados a megafósseis vegetais em S.J. do Triunfo, PR, Formação Rio Bonito (Permiano). *Boletim Instituto de Geociências, Universidade São Paulo* 11: 98-104.
- Archangelsky, S. y Gamero, J.C. 1979. Palinología del Paleozoico superior en el subsuelo de la Cuenca Chacoparanense, República Argentina. I. Estudio sistemático de los palinomorfos de tres perforaciones de la provincia de Córdoba. *Revista Española de Micropaleontología* 11: 417-478.
- Archangelsky, S. y Gamero, J.C. 1980. Palinomorfos pérmicos del subsuelo de la Cuenca Colorado, en la Plataforma del Mar Argentino, Provincia de Buenos Aires. *Boletim Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo* 11: 119-124.
- Archangelsky, S. y Marques Toigo, M.M. 1980. La palinología y el problema del límite Carbónico-Pérmico en el Gondwana Sudamericano. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires 1978), *Actas* 4: 221-229.
- Archangelsky, S., Gamero, M.M. 1996. 2. Cuenca Chacoparanense. Paleontología, Bioestratigrafía y Paleoecología. En: S. Archangelsky (ed.), *El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, pp. 40-44.
- Archangelsky, S., Gamero, J.C. y Leguizamón, R.R. 1980. Estudios palinológicos de las perforaciones YCF CO1, CO2, y CO3 (Paleozoico superior) Santiago Temple, provincia de Córdoba. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires 1978), *Actas* 4: 45-49.
- Archangelsky, S., González, C.R., Cúneo, R., Sabattini, N., Césari, S.N., Aceñolaza, F.G., García, G.B., Buatois, A., Ottone, E.G., Mazzoni, A.E. 1996. 10. Paleontología, bioestratigrafía y paleoecología de las Cuencas Paganzo, Calingasta-Uspallata, Río Blanco y San Rafael. En: S. Archangelsky (ed.), *El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay*, Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, pp. 177-201.
- Artüz, S. 1957. Die Spora dispersae der Türkischen Steinkohle vom Zonguldak-Gebiet. *Istanbul Universitat Fen. Fak. Mecm.* B22, 4: 239-263.
- Azcuy, C.L. 1975a. Miosporas del Namuriano y Westfaliano de la comarca Malanzán-Loma Larga, Provincia de la Rioja, Argentina. I. Localización geográfica y geológica de la comarca y descripciones sistemáticas. *Ameghiniana* 12: 1-69.
- Azcuy, C.L. 1975b. Miosporas del Namuriano y Westfaliano de la comarca Malanzán-Loma Larga, Provincia de la Rioja, Argentina. II. Descripciones sistemáticas y significado estratigráfico de las microfloras. *Ameghiniana* 12: 113-163.
- Azcuy, C.L. 1986. Algunas precisiones sobre las palinozonas carbónico-pérmicas de la Cuenca Paganzo. *Ameghiniana* 23: 97-100.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M.M. 1999. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. En: R. Caminos (Coord.-Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, *Anales* 29: 239-260.
- 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 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.
- Azcuy, C.L. y Jelín, R. 1980. Las palinozonas del límite Carbónico-Pérmico en la Cuenca Paganzo. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Buenos Aires 1978), *Actas* 4: 51-67.
- Azcuy, C.L. y Laffitte, G. 1981. Palinología de la Cuenca Noroeste Argentina. I. Características de las asociaciones carbónicas: problemas e interpretación. *8º Congreso Geológico Argentino*, (San Luis), *Actas* 4: 823-838.
- Azcuy, C.L., Gutierrez, P.R. y Barreda, V.D. 1982. Algunas miosporas carbónicas de la Formación Agua Colorada, provincia de La Rioja. *Ameghiniana* 19: 289-302.
- Azcuy, C.L., Laffitte, G. y Rodrigo, L. 1984. El límite Carbónico-Pérmico en la Cuenca Tarija-Titicaca. *3º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Corrientes, 1982), *Actas* 1: 39-44.
- Azcuy, C.L., di Pasquo, M.M. y Valdivia Ampuero, H. 2002. Late Carboniferous miospores from the Tarma Formation, Pongo de Mainique, Peru. *Review of Palaeobotany and Palynology, Special Volume* 118: 1-28.
- Barreda, V.D. 1986. Palinología de la Formación El Trampeadero, Paleozoico superior, Provincia de La Rioja. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 211-219.
- Belloti, H.J., Saccavino, L.L. y Schachner, G.A. 1995. Structural styles and petroleum occurrence in the Sub-Andean Fold and Thrust Belt of Northern Argentina. En: A.J. Tankard, R. Suárez Soruco y H.J. Welsink, *Petroleum basins of South America*. American Association Petroleum Geologists, *Memoir* 62: 545-555.
- Beri, A. 1987. Estudio preliminar del contenido palinológico de la Perforación 201 (Carbonífero superior / Pérmico inferior) del NE del Uruguay. *7º Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Buenos Aires), *Actas* 1: 33-36.
- Bharadwaj, D.C., Kar, R.K. y Navale, G.K.B. 1976. Palynostratigraphy of Lower Gondwana deposits in Parana and Maranhao Basins, Brazil. *Biological Memoirs* 1: 56-103.
- Bhardwaj, D.A. 1957. The palynological investigations of the Saar coals. *Palaeontographica* B 101: 73-125.
- Bortoluzzi, C.A., Piccoli, A.E.M., Bossi, G.E., Guerra-Sommer, M., Marques Toigo, M., Pons, M.E.H., Wolf, M. y Corrêa Da Silva, Z.C. 1978. Pesquisa geológica na bacia Carbonífera de Santa Catarina. *Pesquisas* 11: 33-192.
- Brousliche, C., Coquel, R. y Wagner, R.H., 1992. Les *Scolecoperis* du Stéphanien Supérieur du Bassin de Puertollano (Espagne). *Geobios* 25: 323-339.
- Cauduro, A.D. 1970. Lower Gondwana miospores from São Sepé outcrop (Rio Grande do Sul, Brasil). *Escola de Geologia, Porto Alegre, Publicação Especial* 17: 1-34.
- Césari, S.N. 1984. Palinología de la Formación Tupe (Paleozoico superior), Sierra de Maz, Provincia de la Rioja. I. *Ameghiniana* 21: 85-102.
- Césari, S.N. 1985. Palinología de la Formación Tupe (Paleozoico superior), Sierra de Maz, provincia de La Rioja. Parte II. *Ameghiniana* 22: 107-212.
- Césari, S.N. 1986. Zonación palinológica del Carbonífero Tardío en Argentina. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 227-231.
- Césari, S.N. y Bercowski, F. 1997. Palinología de la Formación Jenes (Carbonífero) en la quebrada de Las Lajas, provincia de San Juan, Argentina. Nuevas inferencias paleoambientales. *Ameghiniana* 34: 497-510.
- Césari, S.N. y Gutiérrez, P.R. 1984. Microflora de la localidad de Los Mogotes Colorados (Paleozoico Superior), Cuenca Paganzo, República Argentina. *Boletim Instituto de Geociências, Universidade São Paulo* 15: 20-31.
- Césari, S.N. y Gutiérrez, P.R. 1986. Revisión taxonómica de algunas esporas del Carbonífero de la Cuenca Paganzo, República Argentina. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 205-210.
- Césari, S.N. y Gutiérrez, P.R. 2000. Palynostratigraphy of Upper Paleozoic sequences in central - western Argentina. *Palynology* 24: 113-146.
- Césari, S.N. y Limarino, C.O. 1987. Análisis estratigráfico del per-

- fil de la quebrada de la Cortadera (Carbonífero), Sierra de Maz, La Rioja, Argentina. *4º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (La Paz), *Actas* 1: 217-233.
- 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.
- Césari, S.N., Archangelsky, S. y Villar De Seoane, L. 1995. Palinología del Paleozoico superior de la perforación Las Mochas, provincia de Santa Fe, Argentina. *Ameghiniana* 32: 73-106.
- Clayton, G. 1996. 18C. Mississippian miospores. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association Stratigraphic Palynologists Foundation 2: 589-596.
- Clayton, G., Coquel, R., Doubinger, J., Gueinn, K.J., Loboziak, S., Owens, B. y Streel, M. 1977. Carboniferous miospores of western Europe: illustration and zonation. *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 29: 1-71.
- Clayton, G., Loboziak, S., Streel, M., Turnau, E. y Utting, J. 1990. Palynological events in the Mississippian (Lower Carboniferous) of Europa, North Africa and North America. *Courier Forschung-Institut Senckenberg* 130: 79-84.
- Coquel, R. y Rodríguez, R. 1994. Palynology of the Picos de Europa and Puentellés Formations in the Picos de Europa area (Upper Carboniferous, northwest Spain). *Review of Palaeobotany and Palynology* 80: 65-74.
- Coquel, R. y Rodríguez, R.M. 1995. Etude palynologique du Cantabrien et du Barruélien dans les régions de Barruelo et de Tejerina (nord-ouest Espagne). *Sciences Géologiques Bulletin* 48: 49-61.
- Coquel, R., Doubinger, J. y Loboziak, S. 1976. Les microspores - guides du Westphalien à l'Autunien d'Europe occidentale. *Revue de Micropaleontologie* 18: 200-212.
- Cousminer, H.L. 1965. Permian spores from Apillapampa, Bolivia. *Journal of Paleontology* 39: 1097-1111.
- Cowie, J.W. y Bassett, M.G., 1989. Global Stratigraphic Chart. *International Union of Geological Sciences, Supplement* 12 (2).
- Daemon, R.F. y Quadros, L.P. 1970. Bioestratigrafía de Neopaleozoico da Bacia de Parana. *24º Congresso Brasileiro Geologia, Sociedade Brasileira Geologia* (Brasilia), *Anais*: 359-412.
- Del Papa, C., Galli, C. Hernández, R., Alvarez, L., Santiago, M. y Schulz, A. 1998. Paleoambientes y ciclicidad de la Formación San Telmo (Grupo Mandiyutí) en el río Carapari, Departamento San Martín, provincia de Salta, Argentina. *7º Reunión Argentina de Sedimentología* (Salta), *Actas*: 164-174.
- di Pasquo, M.M. 1999. [Palinología, bioestratigrafía y correlación de las asociaciones presentes en los Grupos Machareti y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, Provincia de Salta, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, 480 p. Inédito].
- di Pasquo, M.M. 2002. *The Crassispora kosankei - Cystoptychus azcuyi* Palynozone from the Upper Carboniferous Tupambi Formation, Tarija Basin, northern Argentine. *Review of Palaeobotany and Palynology, Special Volume* 118: 47-76.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1997a. Palinología del Grupo Mandiyutí, Carbonífero Superior, Cuenca Tarija, Argentina. *10º Congreso Geológico Chileno* (Antofagasta), *Actas* 1: 475-479.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1997 b. Palinomorfos retrabajados en el Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija (Argentina) y su aplicación a la datación de eventos diastróficos. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências* 2 (No. Especial): 28-42.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1999 a. Paleoeología, paleoclima y correlación de estratos carboníferos en la provincia de Salta sobre la base de palinomorfos. *14º Congreso Geológico de Salta* (Salta), *Relatorio* 1: 254-260.
- di Pasquo, M.M. y Azcuy, C.L. 1999b. Interpretación paleoambiental del Grupo Mandiyutí (Carbonífero Superior): evidencias palinológicas, sedimentológicas y tafonómicas. *Ameghiniana* 36: 453-463.
- di Pasquo, M.M., Azcuy, C.L. y Starck, D. 2001. Palinología de la Formación San Telmo en la sierra San Antonio, provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana* 38: 85-98.
- Dias (Fabrício), M.E. 1993. Palinología do Grupo Itararé na Porção Centro-Sul do Rio Grande do Sul, Permiano da Bacia do Paraná, Brasil. *Pesquisas* 20: 119-131.
- Dias Fabrício, M.E. 1981. Palinología da Formação Rio Bonito na área de Gravataí - Morungava, Rio Grande do Sul. *Pesquisas* 14: 69-130.
- Disalvo, A. y Villar, H. 1999. Los sistemas petroleros del área oriental de la Cuenca Paleozoica Noroeste, Argentina. *4º Congreso de Exploración y desarrollo de Hidrocarburos* (Mar del Plata), *Actas* 1: 83-100.
- Gamerro, J.C. y Archangelsky, S. 1981. Hallazgo de palinomorfos pérmicos en sedimentitas de la Formación Piedra Shotel, Estancia La Casilda y en la perforación Cañadón Pastos Blancos (YPF Ch CPB es-1), Chubut, Argentina. *2º Congreso Latino-Americano Paleontología* (Porto Alegre), *Anais*: 169-179.
- Gao, L. 1985. Carboniferous and Early Permian spore assemblages of North China region and the boundary of the Carboniferous and Permian. *10º International Congress on Stratigraphy Geology Carboniferous* (Madrid 1983), *Proceedings* 2: 409-424.
- García, G.B. 1995. Palinología de la Formación El Imperial, Paleozoico Superior, Cuenca San Rafael, Argentina. Parte I: Esporas. *Ameghiniana* 32: 315-339.
- García, G.B. 1996. Palinología de la Formación El Imperial, Paleozoico Superior, cuenca de San Rafael, República Argentina. Parte II. Granos de polen, *incertae sedis*, acritarcas. *Ameghiniana* 33: 7-34.
- García, G.B. y Azcuy, C.L. 1987. Dos asociaciones palinológicas de la Formación El Imperial, al sur del río Diamante, provincia de Mendoza, República Argentina. *7º Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología* (Buenos Aires), *Actas*: 59-62.
- González-Amicón, O.R. 1973. Microflora Carbónica de la localidad de Retamito, provincia de San Juan. *Ameghiniana* 10: 1-35.
- Gradstein, F. y Ogg, J. 1996. A Phanerozoic time scale. *Episodes* 19: 3-5.
- Gutiérrez, P.R. 1992. Microflora de la Formación Cerro Agua Negra (Carbonífero superior - Pérmico inferior), de la quebrada Las Leñas, provincia de San Juan, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 2: 63-66.
- 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. 1986. Nuevos elementos microfiorísticos de la Formación Jejenes (Carbónico), provincia de San Juan. *1º Jornadas sobre Geología de Precordillera* (San Juan, 1985), *Actas* 1: 168-173.
- Gutiérrez, P.R. y Césari, S.N. 1988. Nuevas microfioras de la Formación Lagares (Carbonífero), provincia de La Rioja, República Argentina. *Ameghiniana* 25: 85-96.
- Gutiérrez, P.R. y Césari, S.N. 2000. Palinología de la Formación Bajo de Véliz (Pérmico Inferior), San Luis, Argentina: revisión sistemática y consideraciones bioestratigráficas. *Ameghiniana* 37:439-462.
- Gutiérrez, P.R. y Limarino, C.O. 2001. Palinología de la Formación Malanzán (Carbonífero Superior), La Rioja, Argentina: nuevos datos y consideraciones paleoambientales. *Ameghiniana* 38: 99-118.
- Gutiérrez, P.R., Césari, S.N. y Archangelsky, S. 1997. *Deusilites tenuistriatus* sp. nov. (Acritarca) en el Pérmico Inferior de la Cuenca Chacoparanense (Argentina). *Ameghiniana* 34: 247-250.
- Hart, G.F. 1966. *Vittatina africana*, a new miospore from the Lower Permian of South Africa. *Micropaleontology* 12: 37-42.
- Kemp, E.M., Balme, B.E., Helby, R.J., Kyle, R.A., Playford, G. y Price, P.L. 1977. Carboniferous and Permian palynostratigraphy in Australia and Antarctica: a review. *Journal of Australian Geology and Geophysics* 2: 177-208.
- Kora, M. 1993. Carboniferous miospore assemblages from the

- Abu Rodeiyim boreholes, West-Central Sinai, Egypt. *Revue de Micropaléontologie* 36: 235-255.
- Lima, M.R., Dino, R. y Yokoya, N.S. 1983. Palinología de concreções calcíferas do Subgrupo Itararé (Neopaleozóico da Bacia do Paraná) da região de Araçoiaba da Serra, Estado de São Paulo. *Anales Academia Brasileira Ciências* 55: 195-208.
- 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.
- Limarino, C.O. y Gutiérrez, P.R. 1990. Diamicrites in the Agua Colorada Formation (northwestern Argentina): New evidence of Carboniferous glaciation in South America. *Journal of South American Earth Sciences* 3: 9-20.
- Limarino, C.O., Gutiérrez, P.R. y Césari, S.N. 1984. Facies lacustre de la Formación Agua Colorada (Paleozoico superior): aspectos sedimentológicos y contenido paleoflorístico. *9º Congreso Geológico Argentino* (San Carlos de Bariloche), *Actas* 5: 324-341.
- Loboziak, S. 1974. Considérations palynologiques sur le Westphalien d'Europe Occidentale. *Review of Palaeobotany and Palynology* 18: 271-289.
- López Gamundi, O.R. 1997. Glacial - Postglacial transition in the Late Paleozoic basins of southern South America. En: P. Martini (ed.), *Late Glacial and Postglacial environmental changes: Quaternary, Carboniferous-Permian, Proterozoic*. Oxford University Press, New York, pp. 147-168.
- Marques Toigo, M. 1974. Some new species of spores and pollens of Lower Permian age from the San Gregorio Formation in Uruguay. *Anais Academia Brasileira Ciências* 46: 601-616.
- Marques Toigo, M. 1991. Palynobiostratigraphy of the Southern Brazilian Neopaleozoic Gondwana Sequence. *7º International Gondwana Symposium* (São Paulo), *Anais*. 503-515.
- Mautino, L.R., Anzótegui, L.M. y Vergel, M.M. 1998a. Palinología de la Formación Melo (Pérmico Inferior) en Arroyo Seco, Departamento Rivera, República Oriental del Uruguay. Parte IV: Esporas. *Ameghiniana* 35: 67-80.
- Mautino, L.R., Vergel, M.M. y Anzótegui, L.M. 1998b. Palinología de la Formación Melo (Pérmico Inferior) en Arroyo Seco, Departamento Rivera, Uruguay. Parte V: Granos de polen, acritarcas e *incertae sedis*. *Ameghiniana* 35: 299-314.
- Menéndez, C.A. 1965. Contenido palinológico en sedimentos con "*Rhacopteris ovata*" (Mc Coy) Walkom de la Sierra de Famatina, La Rioja. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia"*, *Paleontología* 1: 45-80.
- Menéndez, C.A. 1971. Estudio palinológico del Pérmico de Bajo de Veliz, provincia de San Luis. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales "B. Rivadavia"*, *Paleontología* 1: 263-306.
- Menéndez, C.A. y Azcuy, C.L. 1969. Microflora Carbónica de la localidad de Paganzo, provincia de La Rioja. Parte I. *Ameghiniana* 6: 77-97.
- Menéndez, C.A. y Azcuy, C.L. 1971. Microflora Carbónica de la localidad de Paganzo, provincia de La Rioja. Parte II. *Ameghiniana* 8: 25-36.
- Menéndez, C.A. y Azcuy, C.L. 1972. *Ancistrospora* un nuevo género de miospora del Carbónico de la Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 4: 157-168.
- Menéndez, C.A. y Azcuy, C.L. 1973. Microflora Carbónica de la localidad de Paganzo, provincia de La Rioja. Parte III. *Ameghiniana* 10: 51-71.
- Menéndez, C.A. y González-Amicón, O.R. 1979. Nuevos elementos de la microflora carbónica de "Las Piracas" (Formación Agua Colorada), Sierra de Famatina, La Rioja. *Ameghiniana* 16: 65-79.
- Menning, M. 1993. A Numerical Time Scale for the Permian and Triassic Periods: An Integrated Time Analysis. En: P.A. Scholle, T.M. Peryt y D.S. Ulmer-Scholle (eds.), *The Permian of Northern Pangea*. Springer-Verlag, New York, pp. 77-97.
- Morelli, J.R., Limarino, C.O., Césari, S.N. y Azcuy, C.L. 1984. Características litoestratigráficas y paleontológicas de la Formación Lagares en los alrededores de la Mina Margarita, provincia de la Rioja. *9º Congreso Geológico Argentino* (San Carlos de Bariloche), *Actas* 4: 337-347.
- Ottone, E.G. 1989. Palynoflores de la Formación Santa Máxima, Paleozoico superior, República Argentina. *Paleontographica* B 213: 89-147.
- Ottone, E.G. 1991. Palynologie du Carbonifère Supérieur de la coupe de Mina Esperanza, Bassin Paganzo, Argentine. *Revue de Micropaléontologie* 34: 118-135.
- 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 Guandacol (Carbonífero) en la quebrada La Delfina, Provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 26: 191-208.
- Ottone, E.G. y Azcuy, C.L. 1990. Palinología del carbón del Agua Hedionda (Carbonífero). Huaco, provincia de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 27: 3-18.
- 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.
- Owens, B. 1996. 18D. Upper Carboniferous spores and pollen. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association Stratigraphic Palynologists Foundation 2: 597-606.
- Playford, G. y Dino, R. 2000a. Palynostratigraphy of upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part One. *Paleontographica* B 255: 1-46.
- Playford, G. y Dino, R. 2000b. Palynostratigraphy of upper Palaeozoic strata (Tapajós Group), Amazonas Basin, Brazil: Part Two. *Paleontographica* B 255: 87-145.
- Pons, M.E.H. 1976a. Estudio palinológico do Sub-Grupo Itararé, na "Columna White", Permiano inferior, Santa Catarina, Brasil. I Parte. *Ameghiniana* 13: 109-125.
- Pons, M.E.H. 1976b. Estudio palinológico do Sub-Grupo Itararé na "Columna White", Permiano inferior, Santa Catarina, Brasil. II Parte. *Ameghiniana* 13: 235-253.
- Powis, G.D. 1984. Palynostratigraphy of the Late Carboniferous Sequence, Canning Basin, Western Australia. *Geological Society of Australia Inc. and Petroleum Exploration Society of Australia Limited*: 429-438.
- Schulz, A., Santiago, M., Hernández, R., Galli, C., Alvarez, L. y del Papa, C. 1999. Modelo estratigráfico del Carbónico en el sector sur de la Cuenca de Tarija. *4º Congreso de Exploración y desarrollo de Hidrocarburos* (Mar del Plata), *Actas* 2: 695-711.
- Smith, A.H.V. y Butterworth, M.A. 1967. Miospores in the Coal Seams of the Carboniferous of Great Britain. *The Palaeontological Association, Special Papers in Palaeontology* 1: 1-324.
- Souza, P.A. 1997. Dados palinológicos do Carbonífero da Bacia do Paraná no Brasil. *Revista Universidade Guarulhos, Geociências* 2 (No. Especial): 43-48.
- Souza, P.A. 1998. Palaeoenvironmental considerations about the Itararé Subgroup at Araçoiaba da Serra, State of São Paulo (Upper Carboniferous, Paraná Basin), Brazil. *Ameghiniana* 35: 315-320.
- Souza, P.A. 2000. [Palinobioestratigrafia do Subgrupo Itararé, Carbonífero/Permiano, na porção nordeste da Bacia do Paraná (SP/PR, Brasil)]. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências da Universidade São Paulo, São Paulo, pp.199. [Inédita].
- Souza, P.A. 2001. A palynobiostratigraphical proposal for the Itararé Subgroup (Late Carboniferous) in Northeastern Paraná Basin, Brazil. *17º Congresso Brasileiro de Paleontologia* (Rio Branco, 2001), *Resúmenes*.
- Souza, P.A., Lima, M.R. y Saad, A.R. 1993. Palinología dos carvões

- Paleozóicos de Estado de São Paulo, Brasil. I - O Carvão de Buri. *Revista Instituto de Geociências de São Paulo* 14: 5-20.
- Souza, P.A., Saad, A.R. y Lima, M.R. 1997. Palinología dos carvões paleozóicos do Estado de São Paulo. II - O carvão de Monte Mor. *Revista Instituto de Geociências de São Paulo* 18: 7-21.
- Souza, P.A., Batezelli, C.V.B., di Pasquo, M., Azcuy, C.L., Saad, A.R. y Perinotto, J.A.J. 2000. Ocorrência de palinómorfos no Subgrupo Itararé (Carbonífero/Permiano da Bacia do Paraná) em Jundiá (SP, Brasil). *Revista Universidade Guarulhos, Geociências* 5 (No. Especial): 28-32.
- Starck, D. 1995. Silurian-Jurassic Stratigraphy and Basin Evolution of Northwestern Argentina. En: A.J. Tankard, R. Suárez S. y H.J. Welsink (eds.), *Petroleum basins of South America*. American Association Petroleum Geologists, Memoir 62: 251-267.
- Starck, D. 1999. Los sistemas petroleros de la Cuenca de Tarija. 4<sup>o</sup> Congreso de Exploración y desarrollo de Hidrocarburos (Mar del Plata), *Actas* 1: 63-82.
- Starck, D., Gallardo, E. y Schulz, A. 1993a. The pre-Carboniferous unconformity in the Argentine portion of the Tarija Basin. 12<sup>o</sup> International Congress of Carboniferous-Permian (Buenos Aires 1991), *Comptes Rendus* 2: 373-384.
- Starck, D., Gallardo, E. y Schulz, A. 1993b. Neopaleozoic stratigraphy of the Sierras Subandinas Occidentales and Cordillera Oriental, Argentina. 12<sup>o</sup> International Congress of Carboniferous-Permian (Buenos Aires 1991), *Comptes Rendus* 2: 353-372.
- Suárez Soruco, R. 1989. El ciclo Cordillerano (Silúrico - Carbonífero inferior) en Bolivia y su relación con países limítrofes. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 10: 233-243.
- Turner, J.C. y Méndez, V. 1975. Geología del sector oriental de los departamentos de Santa Victoria e Iruyá, provincia de Salta, Argentina. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba, Boletín* 51: 11-24.
- Turner, N. y Spinner, E. 1993. A palynostratigraphic study of Namurian - Westphalian deltaic sequences of the southern central Pennine Basin, Derbyshire, England. *Review of Paleobotany and Palynology* 77: 23-43.
- Utting, J. 1996. 18F. Illustrations of Permian spores and pollen. En: J. Jansonius y D.C. McGregor (eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association Stratigraphic Palynologists Foundation 2: 621-628.
- Vázquez Nístico, B. y Césari, S.N. 1987. Nuevos elementos paleoflorísticos de la Formación Guandacol (Carbonífero) en la Cuesta de Huaco, provincia de San Juan. 7<sup>o</sup> Simposio de Paleobotánica y Palinología (Buenos Aires), *Actas* 1: 71-74.
- Vergel, M.M. 1986a. Palinología del Paleozoico superior en la perforación YPF SF J es-1 (Josefina), provincia de Santa Fe, Argentina. I. Anteturma Proximegerminantes. *Ameghiniana* 23: 141-153.
- Vergel, M.M. 1987a. Consideraciones sobre el contenido microfóritico de la perforación YPF SE AB (Paleozoico superior), Arbol Blanco, provincia de Santiago del Estero, Argentina. 7<sup>o</sup> Simposio de Paleobotánica y Palinología (Buenos Aires), *Actas* 1: 75-78.
- Vergel, M.M. 1987b. Palinología del Paleozoico superior en la perforación YPF SF J (Josefina), Provincia de Santa Fe, Argentina. II. Anteturma Variegerminantes, Grupo Acritarcha e incerta sedis. *Ameghiniana* 24: 67-80.
- Vergel, M.M. 1987c. Contenido palinológico de la Formación Melo (Paleozoico superior) de Melo, Uruguay. 10<sup>o</sup> Congreso Geológico Argentino (San Miguel de Tucumán), *Actas* 3: 117-120.
- Vergel, M.M. 1993. Palinoestratigrafía de la secuencia neopaleozoica de la Cuenca Chacoparanense, Argentina. 12<sup>o</sup> Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien (Buenos Aires, 1991), *Comptes Rendus* 1: 201-211.
- Vergel, M.M. y Luna, F. 1992. Registros palinológicos en sedimentos del Neopaleozoico de la Sierra de Paimán, La Rioja, Argentina. *Acta Geológica Lilloana* 17: 161-168.
- Vergel, M.M., Buatois, L.A. y Mangano, M.G. 1993. Primer registro palinológico en el Carbonífero superior del margen norte de la Cuenca Paganzo, Los Jumes, Catamarca, Argentina. 12<sup>o</sup> Congrès International de la Stratigraphie et Géologie du Carbonifère et Permien (Buenos Aires, 1991), *Comptes Rendus* 1: 213-228.
- Weis, C. 2000. Integración de gasoductos regionales. *Boletín de Informaciones Petroleras (YPF-REPSOL)*, Tercera época 17(64): 105-114.
- Wood, G.D. 1984. A stratigraphic, paleoecologic and paleobiogeographic review of the acritarchs *Umbellasphaeridium deflandrei* and *Umbellasphaeridium saharicum*. 9<sup>o</sup> International Congress on Carboniferous Stratigraphy and Geology, *Compte Rendus* 2: 191-211.
- Ybert, J.P. 1975. Etude des miospores du Bassin Houiller de Candiota-Hulha Negra, Rio Grande do Sul, Brésil. *Pesquisas* 7: 181-242.

**Recibido:** 27 de diciembre de 2000.

**Aceptado:** 30 de mayo de 2002.