

Nuevos aportes a la palinología, cronología y paleoambiente de la Precordillera Occidental de Argentina: formaciones El Planchón, Codo (Devónico) y El Ratón (Mississippiano)

Amenábar, Cecilia R.; di Pasquo, Mercedes

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, 1º Piso. C1428EHA. Capital Federal. Argentina.
E-mail: amenabar@gl.fcen.uba.ar; medipa@gl.fcen.uba.ar

RESUMEN — Se presentan nuevos datos palinológicos de rocas del Devónico y Mississippiano del área de Calingasta, en la margen sur del río San Juan, en la Precordillera Occidental de Argentina. La asociación de la Formación Codo se compone principalmente de acritarcas (*Lophosphaeridium* spp. y *Cerastum* sp.), y escasas esporas pobremente preservadas, de los géneros *Apiculiretusispora* y *Cyclogranisporites*. La asociación se atribuye tentativamente al Givetiano-Frasniano basado en la edad del género *Cerastum* Turner. La Formación El Ratón (Mississippiano) brindó una asociación compuesta por esporas dominadas por el género *Cristatisporites*, y especies diagnósticas como *Anapiculatisporites amplus* Playford y Powis, *Anapiculatisporites hystricosus* Playford, *Colatisporites decorus* (Bharadwaj y Venkatachala) Williams en Neves, Gueinn, Clayton, Ioannides, Neville and Kruszewska, *Verrucosisporites morulatus* Potonié y Kremp emend. Smith y Butterworth y *Verrucosisporites papulosus* Hacquebard que permiten asignarla al Viseano temprano y correlacionarla con la parte media de la formación Malimán. Se estima la extensión del hiato existente entre las formaciones Codo y El Ratón basándose en los resultados palinológicos, el cual abarcaría parte del Devónico Tardío y el Tournaisiano. El Miembro Superior de la formación El Planchón resultó palinológicamente estéril. Sin embargo, nueva información sedimentológica aquí obtenida, sugiere un paleoambiente de depositación marino somero.

PALABRAS CLAVE: Palinología, Paleoambiente, Devónico, Mississippiano, Precordillera, Argentina.

ABSTRACT — "New contributions to the palynology, chronology and palaeoenvironment of the Western Precordillera of Argentina: El Planchón, Codo (Devonian) and El Ratón (Mississippian) formations". New palynological data from the Devonian and the Mississippian rocks at the Calingasta area, south of the San Juan river, Western Precordillera of Argentina are presented. The palynological assemblage obtained from the Codo Formation (Devonian) is mainly composed of acritarchs (*Lophosphaeridium* spp., *Cerastum* sp.), and scarce and poorly preserved spores of the genus *Apiculiretusispora* and *Cyclogranisporites*. The assemblage is tentatively attributed to the Givetian-Frasnian based on the age of the genus *Cerastum* Turner. The El Ratón Formation (Mississippian) yielded an assemblage composed of spores dominated by the genus *Cristatisporites*, and diagnostic spores such as *Anapiculatisporites amplus* Playford and Powis, *Anapiculatisporites hystricosus* Playford, *Colatisporites decorus* (Bharadwaj and Venkatachala) Williams en Neves, Gueinn, Clayton, Ioannides, Neville and Kruszewska, *Verrucosisporites morulatus* Potonié and Kremp emend. Smith and Butterworth and *Verrucosisporites papulosus* Hacquebard that allow to assign it to the early Visean and thus to correlate it with the middle-upper part of the Malimán Formation. The extension of the hiatus between Codo and El Ratón Formations is estimated based on the palynological results, spanning part of the Late Devonian and the Tournaisian. The Upper Member of the El Planchón Formation (Devonian) is palynologically barren. New sedimentological information here obtained, suggests a shallow marine palaeoenvironment.

KEYWORDS: Palynology, Palaeoenvironment, Devonian, Mississippian, Precordillera, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Los registros paleontológicos procedentes de rocas del Devónico (e.g., Grupo Chinguillos, formaciones Codo y El Planchón) y Mississippiano (Grupo Angualasto) de la región centro-sur de la Precordillera occidental (figura 1.1) son aún escasos (véase Baldis y Peralta, 2000; Azcuy *et al.*, 2000, 2007). Baldis *et al.* (1982) atribuyeron la falta de registro palinológico al intenso plegamiento y fracturación que presentan las rocas paleozoicas especialmente en el área de Calingasta. En este trabajo se presentan los resultados de un estudio palinológico realizado en las formaciones Codo y El Ratón (Miembro Inferior), y nuevos datos de campo de la Formación El Planchón, todas ellas expuestas en la margen sur del río San Juan entre los kilómetros 114 y 117 (figura 1.2 y 1.3). A la luz de nuevos estudios palinológicos y estratigráficos de las formaciones Chigua y Malimán en el área de Angualasto (figura 1.3; véase Amenábar *et al.*, 2006 a-c, 2007), se propone una correlación más ajustada entre el Miembro Inferior de la Formación El Ratón y la Formación Malimán, y se realizan algunas inferencias paleoambientales integrando los datos palinológicos con nuevas observaciones de campo obtenidas en este estudio.

METODOLOGÍA

Las tareas de campo realizadas como parte del trabajo de tesis doctoral de una de las autoras (C.R.A.), en el año 2004, consistieron en el reconocimiento litoestratigráfico y muestreo palinológico de las formaciones El Planchón, Codo y el Miembro Inferior de la Formación El Ratón, expuestas en la ruta nacional n° 20 entre los Km 114 y 118, al sur del río San Juan (figura 1.2). De las 48 muestras de pelitas recolectadas, sólo resultaron fértiles 4 muestras de la Formación Codo y 9 muestras de la Formación El Ratón (figura 2). En cambio, los niveles pelíticos correspondientes a la sección de ritmitas de la Formación El Planchón en la quebrada Del Alumbre, y algunos niveles de litología

fina (pelitas y calizas) de la parte inferior de la Formación Del Salto (Pérmico Inferior) en la quebrada Del Alumbre, resultaron estériles.

Las muestras palinológicas fueron procesadas usando los métodos palinológicos standard. Las microfotografías se obtuvieron con una videocámara digital Motic 2.0. La ubicación de los especímenes ilustrados está denotada bajo el prefijo BAFC-PI correspondiente a la Palinoteca del Departamento de Ciencias Geológicas de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires), seguido del número de preparado y la referencia del England Finder (EF).

El mapa geológico representado en la figura 1.2b se obtuvo a partir del análisis de la imagen satelital del área de estudio (figura 1.2a), mapas geológicos previos (e.g., Quartino *et al.*, 1971; Manceñido, 1973; Sessarego, 1988; Baldis y Peralta, 2000) y nuevas observaciones de campo (figura 3). El análisis de la imagen satelital se realizó mediante el Programa ENVI (“Environment For Visualizing Images”) versión 3.6. La imagen LANDSAT ETM+, con 30 m de resolución espacial, Path 232, Row 082, tomada el 25 de enero de 2003, con una escala de 1:800.000 fue obtenida de la página Web de la CNEA. La aplicación de distintas combinaciones de bandas de color (la combinación de bandas RGB 471 fue la seleccionada) permitió destacar los límites entre unidades litoestratigráficas que no siempre son claramente determinables en el campo.

ESTRATIGRAFÍA Y PALEONTOLOGÍA

La Formación El Planchón (Quartino *et al.*, 1971) fue redefinida por Sessarego (1983, 1988) en la quebrada Del Tigre, al norte del río San Juan donde se observa la base de dicha unidad (figura 1.2b), compuesta por dos miembros, uno Inferior de conglomerados verde-morados y uno Superior de areniscas y pelitas grisáceas (véase Baldis y Peralta, 2000). En la margen sur del río San Juan, en la quebrada Del Alumbre, se observan afloramientos del Miembro Inferior en contacto por falla, con la Formación El Ratón

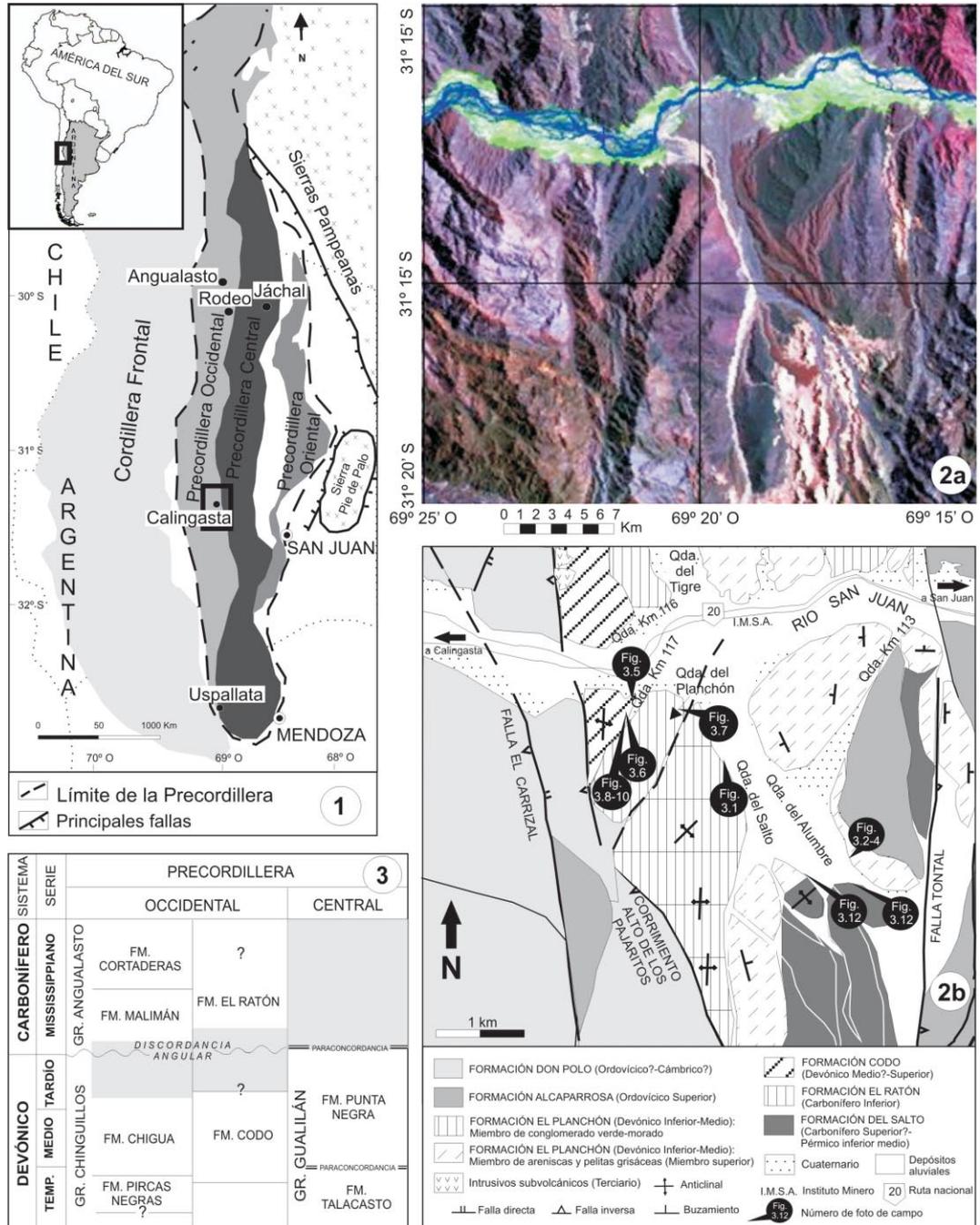


Figura 1.1. Mapa de América del Sur indicando el área de estudio y un mapa detallado de la Precordillera Argentina (modificado de Baldis y Peralta, 2000). El cuadrado representa el área de estudio. **1.2a.** Imagen satelital del área de estudio (Calingasta), con una combinación de bandas de RGB 741, donde se aprecian los límites entre unidades estratigráficas. **1.2b.** Mapa geológico del área de estudio obtenido a partir de la imagen satelital, donde se reconocen las quebradas muestreadas y los números corresponden a las fotos de campo indicadas en la **1.3**. Cuadro estratigráfico de las unidades tratadas o citadas en este trabajo, según Baldis y Sarudiansky (1975), Limarino y Césari (1993), Baldis y Peralta (2000) y Amenábar (2007). Los sectores pintados en gris indican hiatos.

SUR DEL RÍO SAN JUAN

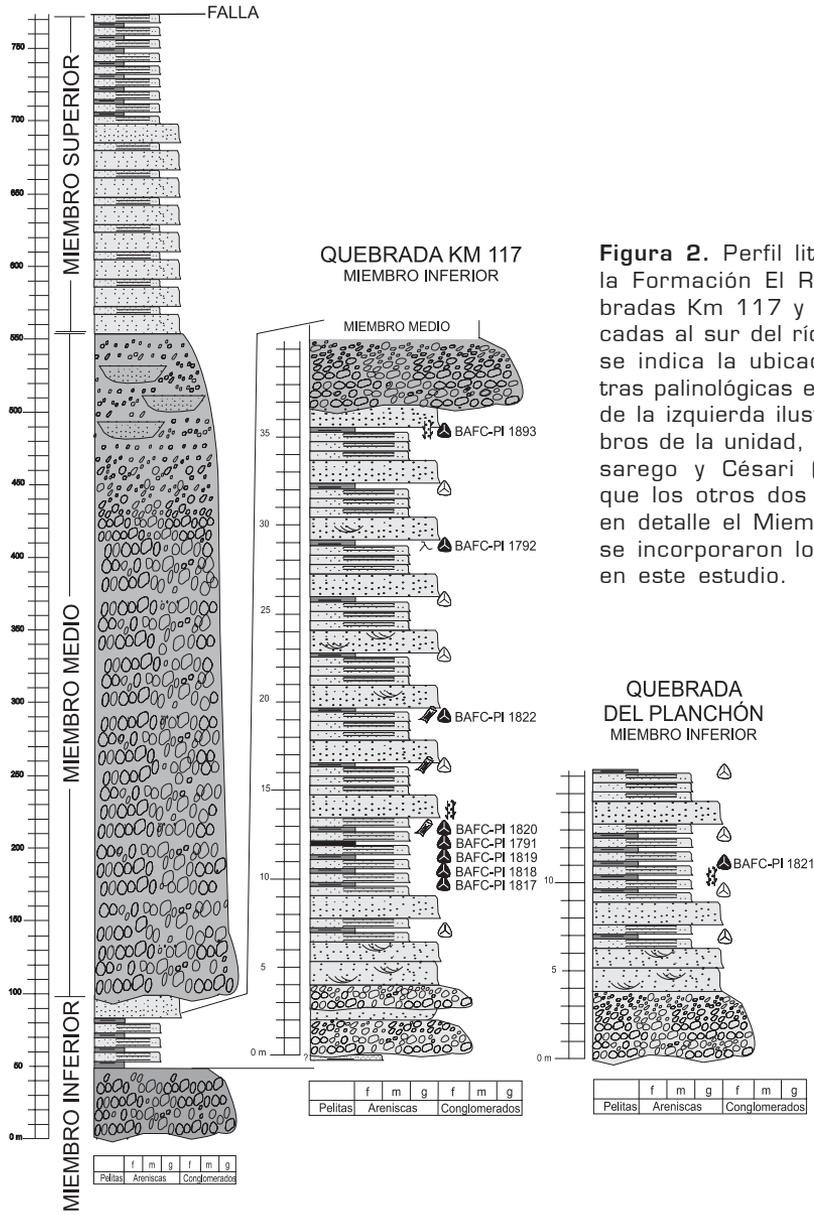


Figura 2. Perfil litoestratigráfico de la Formación El Ratón, en las quebradas Km 117 y Del Planchón, ubicadas al sur del río San Juan, donde se indica la ubicación de las muestras palinológicas estudiadas. El perfil de la izquierda ilustra los tres miembros de la unidad, redibujado de Sesarego y Césari (1989), en tanto que los otros dos perfiles muestran en detalle el Miembro inferior donde se incorporaron los datos obtenidos en este estudio.

Litología	Estructuras sedimentarias	Contactos litológicos
Pelita	Estratificación entrecruzada en artesa	Neto
Pelita carbonosa	Laminación paralela	Irregular
Arenisca fina	Laminación poco definida	
Arenisca media	Paleosuelos	
Arenisca gruesa		Paleontología
Conglomerado clasto-soporte		Tallos
		Restos vegetales
		Muestras palinológicas fértiles
		Muestras palinológicas estériles

(figura 1.2a, b). A su vez, el Miembro Superior de areniscas y pelitas grisáceas, equivalente a la sección de ritmitas definida por Quartino *et al.* (1971, Foto II, 5) expuesta en dicha quebrada, infrayace en marcada discordancia angular a las areniscas y pelitas multicolores de la parte basal de la Formación Del Salto (figuras 1.2b y 3.12) atribuida al Pennsylvaniano-Cisuraliano principalmente por sus braquiópodos (véase Azcuy *et al.*, 2007). Hasta el momento no se conocen datos paleontológicos que confirmen una edad devónica para la Formación El Planchón (cf. Alonso *et al.*, 2005 a).

La Formación Codo fue caracterizada por Guerstein *et al.* (1965) en esta zona como una sucesión de areniscas y pelitas de coloración verdosa a gris verdosa con escasas variaciones laterales y exhibe un espesor de 1.450 metros al norte del río San Juan (véase Baldis y Peralta, 2000). Al sur del río San Juan, en la quebrada Km 117, dicha unidad subyace en discordancia angular a la Formación El Ratón mostrando un plegamiento cerrado y compacto que contrasta con la estructura homoclinal de la unidad suprayacente (figuras 1.2a-b y 3.5-10) (López Gamundí y Rossello, 1993). Los únicos registros paleontológicos que se conocen corresponden a trazas fósiles tipo *Chondrites* sp. y rastros de anélidos expuestos en la localidad de Cerro Puntudo (Baldis, 1970 en Sessarego *et al.*, 1990). Varias muestras palinológicas fueron recolectadas por Sessarego (1988) y sólo una de ellas obtenida al norte del río San Juan (en la primera quebrada ubicada al oeste de quebrada Km 116 en el área de Calingasta, figura 1.2b) proporcionó escasos palinomorfos. Esta asociación palinológica fue revisada en forma preliminar por Volkheimer quien reconoció quitinozoarios, acritarcas y esporas atribuyéndole una edad devónica (véase Sessarego *et al.*, 1990). Sin embargo, no se conocen los géneros y/o especies que componen dicha asociación pues esta información nunca fue publicada (Volkheimer, com. pers.). Desde el punto de vista paleoambiental, la unidad fue interpretada como un depósito de turbiditas "clásicas" (Tb-e, Tc-e) en un paleoambiente

de abanico submarino medio-distal (Sessarego, 1988).

La Formación El Ratón (= Del Ratón, véase Limarino y Césari, 1993) se compone de areniscas, conglomerados y pelitas y se divide en tres miembros (Sessarego y Césari, 1989): Inferior (verdoso, 20 a 200 m de espesor), Medio (rojizo-castaño, 70 a 690 m de espesor) y Superior (castaño-verdoso, 341m de espesor) (figuras 2 y 3.6). Los Miembros Inferior y Medio afloran al sur del río San Juan, en las quebradas Km 117 (localidad tipo) y Del Planchón, mientras que al norte del río, en la quebrada Del Tigre, se reconoce la sucesión completa. La unidad fosilífera fue atribuida al Mississippiano por su flora fósil compuesta principalmente de licofitas herbáceas y pteridospermoformas siendo más abundantes y presentando una mejor preservación en el Miembro Superior que en el Inferior en las quebradas Km 117, Del Planchón y Del Tigre (véase Sessarego y Césari, 1989; Azcuy *et al.*, 1981, 2000). A partir de la megafloora hallada, Sessarego y Césari (1986) definieron la Fitozona *Archaeosigillaria-Lepidodendropsis* (AL) para la Formación El Ratón y propusieron su correlación con la Formación Malimán, ambas desde su base, basado en las especies comunes. Sin embargo, Azcuy *et al.* (2000) propusieron una correlación de la Formación El Ratón con la Formación Malimán desde su parte media. El contenido palinológico de esta unidad, estudiado por Sessarego y Césari (1989), fue obtenido de los Miembros Inferior y Superior de esta unidad, de los afloramientos ubicados en el norte y sur del río San Juan. La asociación se compone de escasas esporas mal preservadas: *Anapiculatisporites amplus* Playford y Powis, *Densosporites* sp. cf. *D. spinosus* Dybová y Jachowicz, *Dibolisporites* sp. cf. *D. distinctus* (Clayton) Playford, *Dictyotriletes submarginatus* Playford, *Grandispora debilis* Playford, *Verrucosisporites congestus* Playford, *Retusotriletes avonensis* Playford, *Cristatisporites* sp., *Verrucosisporites* sp. y cf. *Spinozonotriletes* sp. (Cuadro 2). Césari y Gutiérrez (2001) reunieron esta palinoflora junto con la procedente de las formaciones Malimán y Cortaderas de la que-

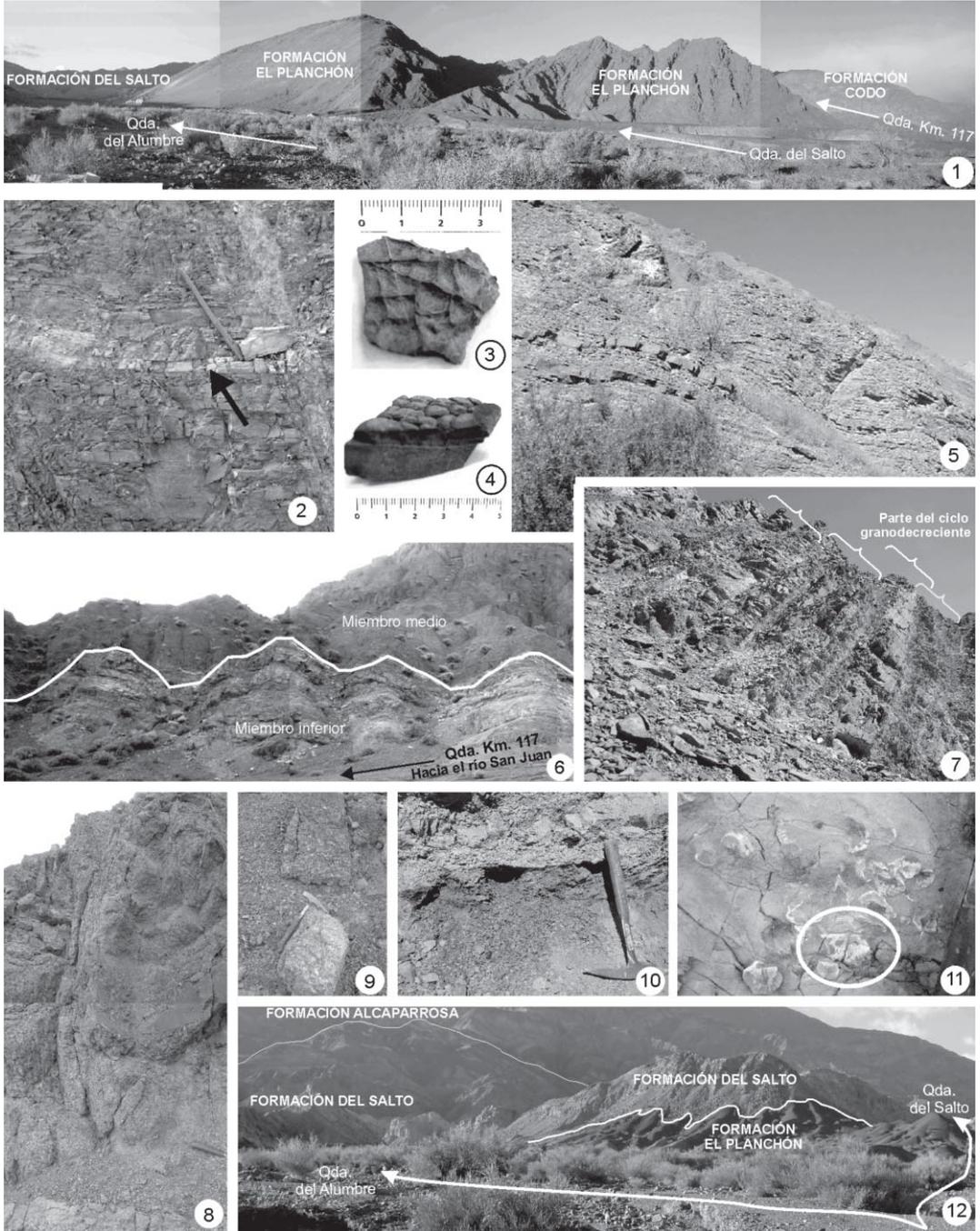


Figura 3. Vista del Miembro superior de la Formación El Planchón en la quebrada Del Salto y de las formaciones Codo y Del Salto aflorantes en las quebradas Km. 117 y Del Alumbre respectivamente. **2.** Ritmitas de la Formación El Planchón, con marcas de sinéresis en el nivel rosado [indicado en un tono blanquecino en la foto]. **3-4.** Detalle de las marcas de sinéresis obtenidas del nivel blanquecino (rosado) de la foto 2. **5.** Vista de las ritmitas de la Formación Codo de donde se extrajo la muestra BAFC-PI 1823. **6.** Vista de los Miembros Inferior [verdoso] y Medio [rojizo-castaño] de la Formación El Ratón, en la quebrada Km. 117. Las muestras BAFC-PI 1818-1820 y 1791 fueron obtenidas del Miembro inferior de la uni-

brada La Cortadera (localidad tipo), en la Biozona de Asociación *Cordylosporites-Verrucosporites* (CV) de edad Tournaisiano tardío-Viséano temprano.

RESULTADOS

FORMACIÓN EL PLANCHÓN

Las muestras palinológicas coleccionadas en las ritmitas de la Formación El Planchón (Miembro Superior) expuestas en la quebrada Del Alumbre (figura 1.2b) resultaron estériles. No obstante, las observaciones de campo resultaron valiosas pues se identificaron grietas de sinéresis (figura 3.2-4), no descritas hasta ahora en la unidad. Esta sección se caracteriza por la alternancia de bancos tabulares poco potentes (de menos de 50 cm de espesor) de pelitas macizas o laminadas y areniscas con estructuras de corriente (estratificación cruzada planar, ondulitas simétricas). Las grietas de sinéresis se encuentran acotadas al nivel de pelitas gris castaño que se hallan por encima de un banco de areniscas finas a muy finas laminadas de color rosado. Esto se repite al menos tres veces en esta sucesión de tipo heterolítica a intervalos de alrededor de 50 m. El patrón de grietas es irregular hasta radial en la capa superior, algo más arcillosa, y en vista lateral, las grietas no presentan formas en V, lo cual permite diferenciarlas de las grietas de desecación formadas bajo condiciones de exposición subaérea. Por el contrario, las grietas de sinéresis se relacionan con la deshidratación de sedimentos finos limo-arcillosos y cohesivos, posiblemente debido a cambios en el volumen de las arcillas inducidos por variaciones de la salinidad del agua (Collinson y Thompson, 1982), por la expulsión de fluidos de las suspensiones coloidales, o por eliminación de agua de las láminas arci-

llosas que están en contacto con salmueras producidas por evaporación (McLane, 1995). Por ello se asocian frecuentemente con ambientes marginales en condiciones de baja profundidad (e.g., albuferas, lagunas marginales, sabkas; Reineck y Singh, 1980; Collinson y Thompson, 1982), lo que concuerda también con la presencia de ondulitas simétricas en las capas de areniscas observadas en la unidad.

Como fue mencionado más arriba, esta sucesión de ritmitas subyace a la Formación Del Salto, en contacto discordante. En coquinas y calizas (figura 3.11-12) de esta última unidad se observaron numerosos invertebrados fósiles (braquiópodos, gastrópodos y bivalvos), entre los que se destaca el braquiópodo *Lissochonetes jachalensis* Amos (figura 3.11). Las muestras de pelitas y calizas micríticas (de color gris y negro) procesadas, resultaron palinológicamente estériles.

FORMACIÓN CODO

La asociación de la Formación Codo brindó un conjunto de palinomorfos pobre en diversidad, con preservación regular, compuesto por escasas esporas fragmentadas de color castaño oscuro (TAI=3+, según Tabla de color de Pearson en Traverse, 1988). Algunas son atribuidas a los géneros *Apiculiretusispora* Streel emend. Streel y *Cyclogranisporites* Potonié y Kremp, y representan el 9,1 % de la asociación. En todos los niveles son dominantes (80,6%) las formas esferoidales asignadas al género *Lophosphaeridium* Timofeev ex Downie, a los que se encuentran asociados escasos (7,6%) ejemplares atribuidos al género *Cerastum* Turner (cuadro 1; figura 4). También se hallaron restos de materia orgánica con rastros de piritización. Las formas esferoidales presentan una pared escabrosa-granular, aunque en algunos

dad. **7.** Detalle de los paquetes de areniscas con pelitas intercaladas (muestra BAFC-PI 1821) de la secuencia granodecreciente descrita por Sessarego (1988), en la quebrada Del Planchón. **8-9.** Detalle de los conglomerados polimíticos de la Formación El Ratón, nótese el cuerpo canalizado en la foto 8 y clastos partidos al medio en la foto 9. **10.** Nivel de pelitas carbonosas en el Miembro Inferior de la Formación El Ratón, de donde se extrajo la muestra BAFC-PI 1791. **11.** Braquiópodo espiriférido *Lissochonetes jachalensis* Amos, y otros indeterminados hallados en la Formación Del Salto [quebrada del Alumbre]. **12.** Vista de un afloramiento en la bifurcación de las quebradas Del Alumbre y Del Salto.

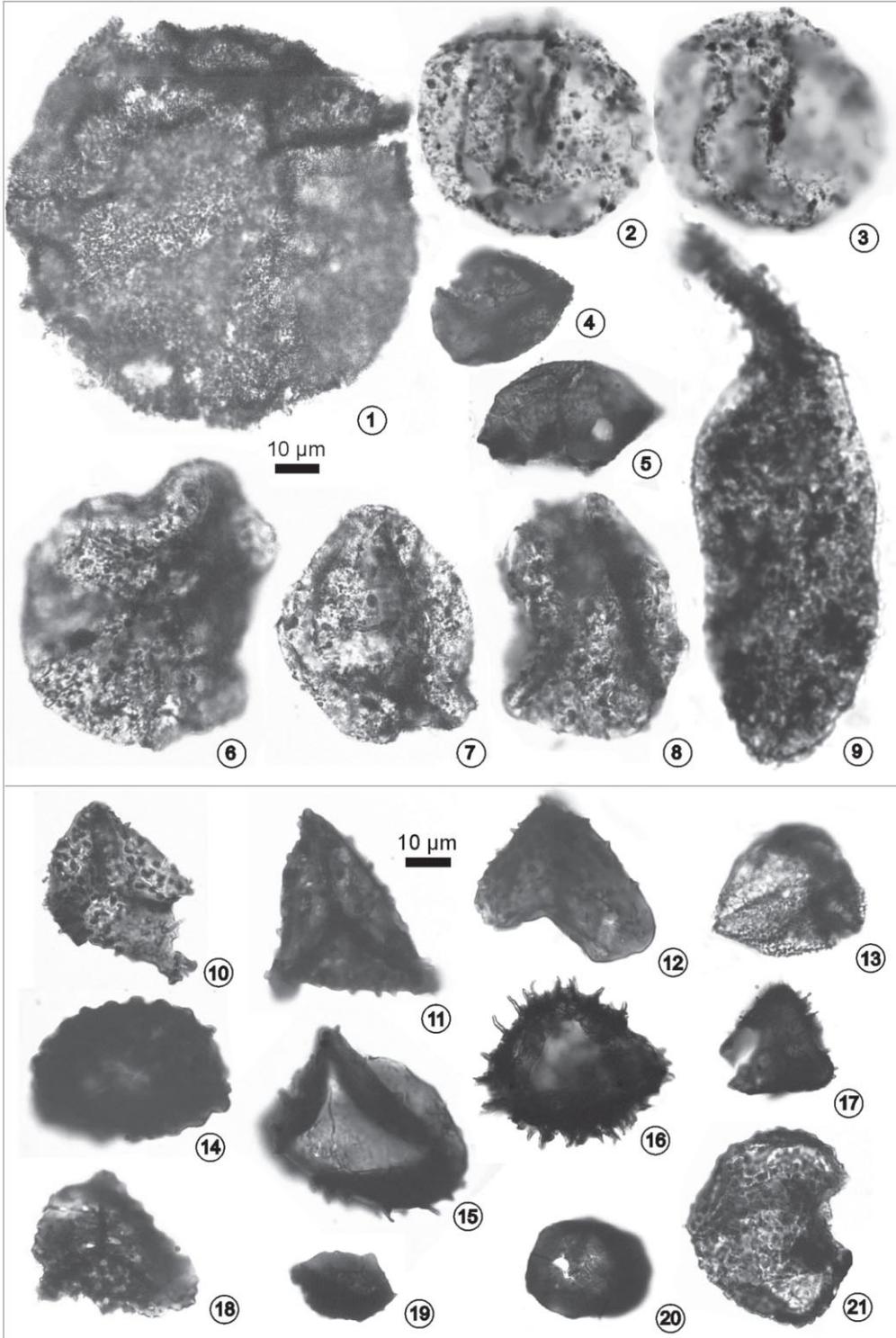


Figura 4. 1-9. Palinomorfos de la Formación Codo. 10-21. Palinomorfos de la Formación El Ratón. 1-3. *Lophosphaeridium* sp. A. 1. BAFC-PI 1825: Y37/4. 2-3. BAFC-PI 1826 (2): K30/2. 4. *Cyclogranisporites* sp. BAFC-PI 1824: U32/O-4. 5. *Apiculiretusispora* sp. BAFC-

ejemplares pueden observarse pequeñas espinas y verrugas. Las paredes son algo plegadas, no se observa arqueopilo o abertura y el tamaño varía entre 50 y 100 μm . Estas formas son aquí asignadas a *Lophosphaeridium* sp. A (figura 4.1-3) y *Lophosphaeridium* sp. B (figura 4.6-8), donde la diferencia entre ambas consiste principalmente en la presencia de un contorno más oval e irregular modificado por conspicuos pliegues en la segunda especie. Las formas atribuidas al género *Cerastum* consisten en vesículas alargadas con un apéndice o proceso hueco en uno de los extremos y una pared simple escabrosa a granular (figura 4.9).

FORMACIÓN EL RATÓN

Se realizó un muestreo palinológico intensivo del Miembro Inferior de esta unidad (figura 2) en las quebradas Km 117 y Del Planchón (figura 1.2b). La unidad comienza con conglomerados clasto-soportados con matriz de tamaño arena gruesa a muy gruesa y rodados imbricados (figura 3.7-9), seguido de bancos lenticulares y tabulares de areniscas gruesas a finas y pelitas, en proporciones variables, que definen secuencias elementales granodecrecientes de 2 a 11 m de potencia (figura 3.8-10), como fue descrito por Sessarego y Césari (1989). Las areniscas son portadoras de megaflores (figura 2), mientras que, entre las pelitas que contienen palinomorfos, se hallan algunas carbonosas (figuras 2 y 3.10) y se reconocen también paleosuelos. Sobre esta unidad se disponen en contacto erosivo, potentes conglomerados muy gruesos y groseramente estratificados de coloración rojiza pertenecien-

tes al Miembro Medio de la Formación El Ratón (figuras 2 y 3.6).

La asociación palinológica obtenida resultó ser más abundante y mejor preservada en la quebrada Km 117 (8 muestras fértiles) que en la quebrada Del Planchón (1 muestra fértil) y se compone principalmente de densosporas (70 %), esporas acavadas apiculadas (20 %), verrucosas (6 %) y lisas (0,4 %), patinadas (2,4 %) y pseudosaccadas (1,2 %), cuyas especies se citan en los cuadros 1 y 2 y se ilustran en las figuras 4 y 5. Gran parte de los ejemplares se encuentran fragmentados, corroídos (biológica y mecánicamente) y térmicamente alterados (color castaño oscuro a muy oscuro, TAI= entre 3+ y 4-, según Tabla de color de Pearson en Traverse, 1988). Los fitoclastos se componen, en la mayoría de los niveles, de partículas negras ("charcoal") excepto en un nivel carbonoso (BAFC-PI 1791; figuras 2 y 3.10) donde predominan formas botroidales posiblemente atribuibles a colonias algales degradadas del género *Botryococcus*. Entre las densosporas, son abundantes los ejemplares del género *Cristatisporites* (cuadro 2 y figura 5), y se destaca la presencia de varias especies semejantes a las conocidas del Pennsylvaniano y Cisuraliano de las cuencas Paganzo, Chaco-Paraná y Tarija de Argentina (cuadro 2).

DISCUSIÓN

El hallazgo de grietas de sinéresis en el Miembro Superior de la Formación El Planchón sumado a otros rasgos sedimentológicos arriba mencionados, permite interpretar esta sucesión como depositada en un am-

PI 1826 (1): Z23/3. 6-8. *Lophosphaeridium* sp. B. 6. BAFC-PI 1826 (2): U33/4. 7. BAFC-PI 1826 (1): P53/3. 8. BAFC-PI 1826 (2): U33/4. 9. *Cerastum* sp. BAFC-PI 1826 (2): A28/2. 10. *Anapiculatisporites hystricosus* Playford, BAFC-PI 1791(1): S29. 11-12. *Anapiculatisporites amplus* Playford y Powis, 11. BAFC-PI 1819: Z20/4. 12. BAFC-PI 1820: K55/2. 13. *Dibolisporites microspicatus* Playford, BAFC-PI 1791 (1): U57/3. 14. *Verrucosisporites morulatus* Potonié y Kremp emend. Smith y Butterworth, BAFC-PI 1793 (1): M39. 15. ? *Anapiculatisporites* sp. BAFC-PI 1793 (1): F51/2. 16. *Raistrickia* sp. cf. *R. variabilis* Dolby y Neves, BAFC-PI 1793 (1): S52/3. 17. *Lophotriletes* sp. BAFC-PI 1793 (1): E39/4. 18. *Bascaudaspora submarginata* (Playford) Higgs, Clayton y Keegan, BAFC-PI 1820: W47/3. 19-20. *Tholisporites scoticus* Butterworth y Williams, 19. BAFC-PI 1793 (1): C39/4. 20. BAFC-PI 1793 (1): L28/5. 21. *Verrucosisporites papulosus* Haquebard, BAFC-PI 1791 (3): Q33/2.

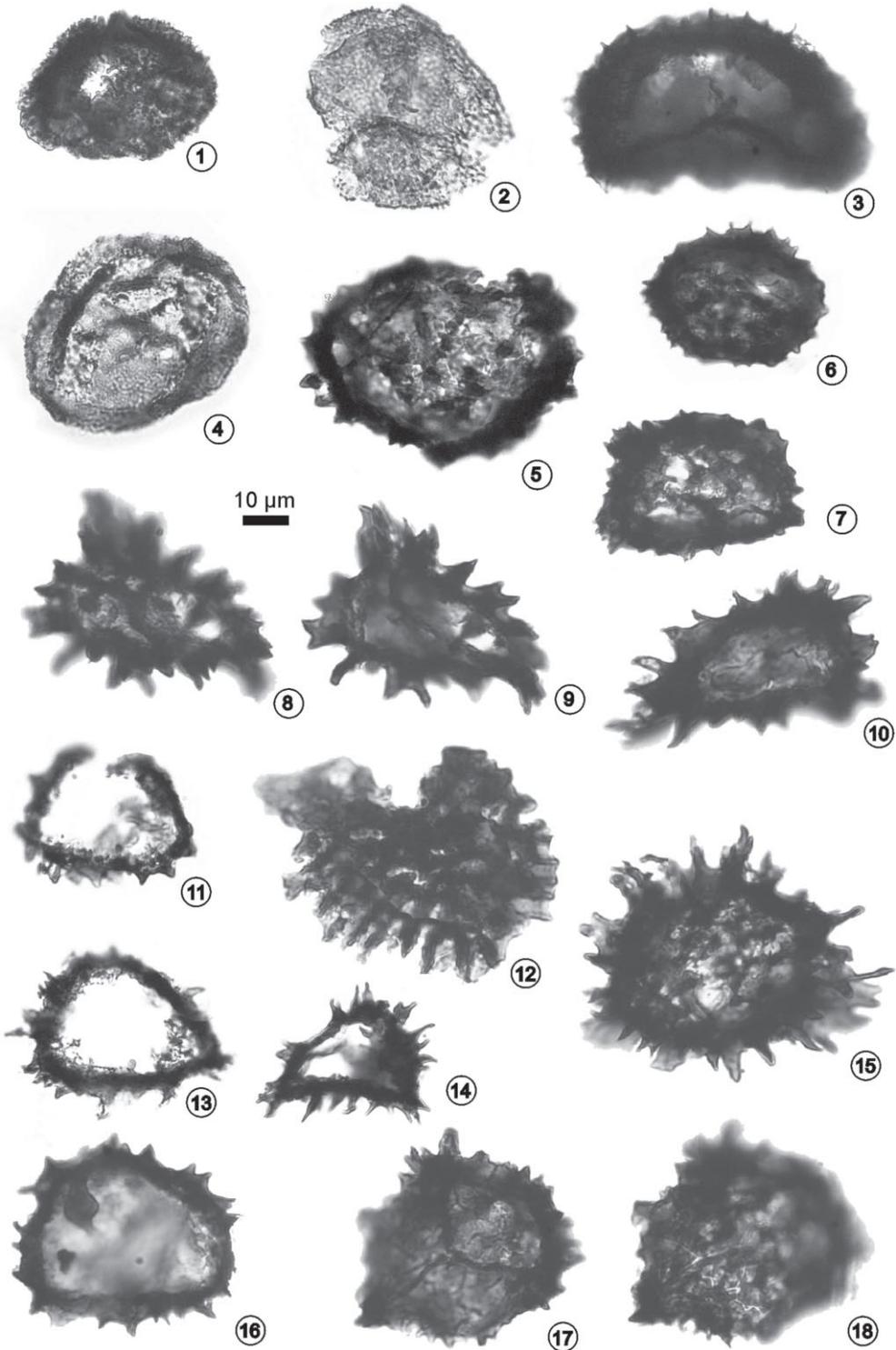


Figura 5. Palinomorfos de la Formación El Ratón. 1. *Apiculatisporis* sp. cf. *A. variocorneus* Sullivan, BAFC-PI 1793 (1): E33/1. 2. *Spelaeotriletes* sp. cf. *S. echinatus* (Hacquebard) Utting, BAFC-PI 1792 (3): Z56/3. 3. *Crassispora* sp. cf. *C. invicta* Playford, BAFC-PI

biente marino marginal en condiciones de baja profundidad. Esta propuesta difiere de la presentada por Sessarego (1988; véase Baldis y Peralta, 2000), referida a abanicos submarinos proximo-distales dominados por flujos gravitatorios relacionados con la erosión de la Formación Alcaparrosa (figura 1.2a, b). Por otro lado, la edad de esta unidad o de los diferentes afloramientos reunidos en ella en esta región, aún es incierta, debido a la ausencia de fósiles y su desconexión estratigráfica con respecto a la Formación Codo. Por ello no fue incluida en el esquema de correlación estratigráfica presentado en la figura 1.3.

La asociación palinológica de la Formación Codo se compone principalmente de acritarcas (*Lophosphaeridium* spp. y *Cerastum* sp.), y escasas esporas probablemente preservadas, de los géneros *Apiculiretusispora* y *Cyclogranisporites*. Las formas asignadas a *Cerastum* sp. (figura 4.9) son semejantes a *Cerastum perolum* Turner 1991, y sólo se diferencian por presentar una pared más fuertemente ornamentada y un contorno más irregular. Este género de acritarca es hasta ahora exclusivo de depósitos marinos del Givetiano-Frasniano de Canadá y sugiere la misma edad a la asociación aquí estudiada. Las formas dominantes asignadas al morfogénero *Lophosphaeridium* (figuras 4.1-3 y 6-8), carecen de valor estratigráfico y sólo se diferencian del género *Leiosphaeridia* por portar ornamentación (véase Tappan, 1980; Servais *et al.*, 1997). A ambos géneros se los relacionan principalmente con las Prasinophyceae, aunque también con otros grupos, entre ellos los acritarcas (e.g., Playford,

2003). Otros autores como Van Waveren y Marcus (1993) hallaron formas comparables a algunas halladas en la Formación Codo (figura 4.1), procedentes del Neógeno del Golfo de México, interpretadas como huevos de copépodos. Formas fósiles similares también atribuidas a este grupo de artrópodos, son registradas en sedimentitas del Albiano inferior a medio de Brasil (e.g., Lana *et al.*, 2007). En el Paleozoico, estas formas esféricas podrían relacionarse con otro grupo de artrópodos, los ostrácodos, registrados en distintas partes del mundo a partir del límite Cámbrico/Ordovícico (Canudo, 2004). Si bien es cierto que se conocen registros de ostrácodos en algunas unidades devónicas de la Precordillera Central, como en las formaciones Talacasto y Punta Negra (Rosi de García y Proserpio, 1975), hasta ahora no han sido informadas formas esféricas como las aquí presentadas en asociaciones palinológicas procedentes de las mencionadas unidades (véase Rubinstein, 1997, 1999, 2000). Por todo lo expuesto, aunque no se puede definir la afinidad biológica de este conjunto, cualquiera de las posibles vinculaciones arriba mencionadas para *Lophosphaeridium*, indican un paleoambiente marino. A su vez, la presencia de esporas y restos de materia orgánica piritizada sugiere un ambiente marino marginal a plataforma proximal.

Las principales causas de la baja frecuencia y mala preservación o ausencia de materia orgánica en las formaciones Codo y El Planchón se vinculan con la compleja estructura geológica de la región de Calingasta (Baldis *et al.*, 1982). Diversos autores han reconocido que la fuerte actividad tectónica

-
- 1793 (1): D37/4. 4. *Colatisporites decorus* (Bharadwaj y Venkatachala) Bharadwaj y Williams, BAFC-PI 1791 (3): J54/3. 5. *Cristatisporites* sp. cf. *C. connexus* Potonié y Kremp, BAFC-PI 1793 (3): E58/1. 6. *Cristatisporites matthewsii* Higgs, Clayton y Keegan, BAFC-PI 1793 (1): D26. 7. *Cristatisporites inordinatus* (Menéndez y Azcuy) Playford, BAFC-PI 1793 (1): D45/2. 8-10. *Spinozanotriletes* sp. cf. *S. hirsutus* Azcuy 8-9, BAFC-PI 1793 (1): Z48. 8. Cara distal, 9. Cara proximal, 10. BAFC-PI 1793 (1): P39/2. 11, 13-14. Cíngulos de *Cristatisporites* spp. 11. BAFC-PI 1793 (1): Y60/3. 13. BAFC-PI 1793 (1): G55. 14. BAFC-PI 1793 (1): Z31/3. 12. *Cristatisporites* sp. cf. *C. crassilabratum* Archangelsky y Gamberro, BAFC-PI 1819: F59/3. 15. *Cristatisporites* sp. cf. *C. inconstans* Archangelsky y Gamberro, BAFC-PI 1793 (1): X58/3. 16. *Cristatisporites* sp. cf. *C. stellatus* (Azcuy) Gutiérrez y Limarino, BAFC-PI 1793 (1): W41/O-1. 17-18. *Cristatisporites* sp. cf. *C. scabiosus* Menéndez, BAFC-PI 1793 (1): R38/2. 17. Cara proximal, 18. Cara distal.

DEVONICO	MISSISSIPPIANO		PERÍODO			
F. CODO	F. EL RATÓN (M. inferior)		UNIDAD LITOESTRATIGRÁFICA			
A	B	C	LOCALIDADES			
1823	1824	1817	NIVELES (BAFC-PI)			
1	2	1817	<i>Apiculiretusispora</i> sp. <i>Cyclogranisporites</i> sp. Esporas indeterminadas	ESPORAS		
	5	1818	<i>Cerastum</i> sp. <i>Lophosphaeridium</i> sp. A <i>Lophosphaeridium</i> sp. B	MICRO- PLANCTON		
	1	1819	<i>Anapiculatisporites amplus</i> <i>? Anapiculatisporites</i> sp. <i>Anapiculatisporites hystricosus</i> <i>Apiculatisporis</i> sp. cf. <i>A. variocorneus</i> <i>Apiculatisporis</i> sp. <i>Cyclogranisporites</i> sp. <i>Dibolisporites microspicatus</i> <i>Lophotriletes</i> sp. <i>Punctatisporites</i> sp. <i>Raistrickia</i> sp. cf. <i>R. variabilis</i> <i>Tholisporites scoticus</i> <i>Verrucosisporites</i> sp. <i>Verrucosisporites morulatus</i> <i>Verrucosisporites papulosus</i>	ACAIVADAS		
	47	1818	<i>Bascaudaspora submarginata</i> <i>Colatisporites decorus</i> <i>Crassispora</i> sp. cf. <i>C. invicta</i> <i>Crassispora</i> spp. <i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. connexus</i> <i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. crassilabrus</i> <i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. inconstans</i> <i>Cristatisporites inordinatus</i> <i>Cristatisporites matthewsii</i> <i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. matthewsii</i> <i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. stellatus</i> <i>Cristatisporites</i> sp. cf. <i>C. scabiosus</i> <i>Cristatisporites</i> sp. A <i>Cristatisporites</i> spp. <i>Densosporites</i> sp. cf. <i>D. aculeatus</i> <i>Spelaeotriletes</i> sp. cf. <i>S. echinatus</i> <i>? Spelaeotriletes</i> sp. <i>Spinozonotriletes</i> sp. cf. <i>C. hirsutus</i> Esporas indeterminadas	ESPORAS CAIVADAS/PSEUDOSACCADAS/CINGULIZONADAS		
	1	1817				
	3	1819				
	2	1820				
	1	1821				
	2	1822				
	3	1823				
	5	1824				
	1	1825				
	1	1826				
	1	1827				
	1	1828				
	1	1829				
	1	1830				
	1	1831				
	1	1832				
	1	1833				
	1	1834				
	1	1835				
	1	1836				
	1	1837				
	1	1838				
	1	1839				
	1	1840				
	1	1841				
	1	1842				
	1	1843				
	1	1844				
	1	1845				
	1	1846				
	1	1847				
	1	1848				
	1	1849				
	1	1850				
	1	1851				
	1	1852				
	1	1853				
	1	1854				
	1	1855				
	1	1856				
	1	1857				
	1	1858				
	1	1859				
	1	1860				
	1	1861				
	1	1862				
	1	1863				
	1	1864				
	1	1865				
	1	1866				
	1	1867				
	1	1868				
	1	1869				
	1	1870				
	1	1871				
	1	1872				
	1	1873				
	1	1874				
	1	1875				
	1	1876				
	1	1877				
	1	1878				
	1	1879				
	1	1880				
	1	1881				
	1	1882				
	1	1883				
	1	1884				
	1	1885				
	1	1886				
	1	1887				
	1	1888				
	1	1889				
	1	1890				
	1	1891				
	1	1892				
	1	1893				
	1	1894				
	1	1895				
	1	1896				
	1	1897				
	1	1898				
	1	1899				
	1	1900				

Cuadro 1. Distribución estratigráfica de palinomorfos registrados en las formaciones Codo y El Ratón por localidades: A. Afloramientos en el borde de la ruta n° 20, B. Entre los Km 117,5 y 118, C. Quebrada Km 117. La única muestra fértil de la quebrada El Planchón (BAFC-PI 1821) no fue incluida debido a su escaso contenido.

cenozoica es evidenciada en la reactivación de antiguas fracturas relacionadas con una tectónica de bloques ocurrida durante el Devónico, y la generación de otras nuevas fracturas, las que en conjunto habrían generado importantes acortamientos en el área (e.g., von Gosen, 1992; Astini, 1996; Alonso *et al.*, 2005 b). A esto se suma la presencia de diques o intrusiones del Tournaisiano-Viseano reconocidas en la Formación Codo por Sessarego *et al.* (1990) y una gran compacta-

ción y deformación por plegamiento de las rocas de ambas unidades en las secciones muestreadas. En este contexto no sería llamativa la ausencia de palinomorfos retrabajados del Devónico en la Formación El Ratón, aunque Sessarego (1988) reconoció clastos derivados de la erosión de la Formación Codo, al menos en los niveles correspondientes al Miembro Inferior. Por ello se interpreta que la materia orgánica que podrían haber contenido las rocas devónicas de esta re-

ESPECIES REGISTRADAS	DEV.	CARBONÍFERO				
	TARDÍO	MISSISSIPPIANO			PENNSYLV.	
	Famenniano	Tournaisiano	Viseano	Serpoukhov.	Bashkiriano	Moscoviano
□ <i>Cristatisporites matthewsii</i> <i>Raistrickia variabilis</i> *		—				
□ <i>Verrucosisporites papulosus</i>		—				
□ <i>Spelaeotriletes echinatus</i> *		—				
■ <i>Bascaudaspora submarginata</i> <i>Tholispurites scoticus</i>		—				
□ <i>Colatisporites decorus</i>		—				
□ <i>Anapiculatisporites hystricosus</i>		—				
□ <i>Dibolisporites microspicatus</i>		—				
□ <i>Crassispora invicta</i> *		—				
■ <i>Anapiculatisporites amplus</i>		—				
□ <i>Verrucosisporites morulatus</i>		—				
□ <i>Cristatisporites inordinatus</i>		—				
□ <i>Apiculatisporis variocorneus</i> *		—				
□ <i>Cristatisporites connexus</i> *		—				→
□ <i>Cristatisporites crassilabrus</i> *		—				→
□ <i>Cristatisporites inconstans</i> *		—				→
□ <i>Cristatisporites scabiosus</i> *		—				→
□ <i>Cristatisporites stellatus</i> *		—				→
□ <i>Spinozonotriletes hirsutus</i> *		—				→

Cuadro 2. Rangos estratigráficos de las especies seleccionadas registradas en la Formación El Ratón (Miembro inferior) en las quebradas Km 117 y Del Planchón. Los datos se basan en los siguientes trabajos: Butterworth y Williams, 1958; Higgs *et al.*, 1988; Archangelsky y Vergel, 1996; Beri y Pecoits, 2001; Césari y Gutiérrez, 2001; di Pasquo, 2003; Melo y Loboziak, 2003; Souza *et al.*, 2003; Utting y Giles, 2004; Azcuy y di Pasquo, 2005; Amenábar *et al.*, 2006 b, 2007. El cuadrado blanco indica especies con registros en la Formación Malimán (Amenábar, 2007; Amenábar *et al.*, 2006 b, 2007); el cuadrado negro indica especies registradas por Sessarego y Césari (1989) en la Formación El Ratón. El asterisco * indica especies de asignación *non bona fide* (e.g., "cf."). El área en color gris representa la extensión temporal propuesta para la asociación.

gión, habría sido destruida como consecuencia de los procesos tectónicos y magmáticos ocurridos antes del inicio del ciclo de depositación del Mississippiano.

Recientes trabajos palinológicos y sedimentológicos de detalle realizados en la Formación Malimán en las quebradas La Cortadera y Don Agustín (Pazos *et al.*, 2005 a, b; Amenábar, 2006, 2007; Amenábar *et al.*, 2006 a-c, 2007) son utilizados aquí como base para establecer una correlación más precisa con la Formación El Ratón (figura 1.1 y 1.3). Se destaca la presencia en esta última de algunas especies (cuadros 1 y 2) como *Anapiculatisporites amplus*, *Anapiculatisporites hystricosus*, *Colatisporites decorus*, *Verrucosporites morulatus* y *Verrucosporites papulosus* que permiten asignarla al Viseano temprano. A su vez, se propone una correlación con la Formación Malimán desde su parte media basado en la presencia de formas comunes y exclusivas como *Colatisporites decorus*, *Apiculatisporites* sp. cf. *A. variocorneous* y ejemplares del género *Lophotriletes* (Amenábar, 2007). Esta correlación coincide con la propuesta por Azcuy *et al.* (2000) basada en la megaflore. Con respecto a la extensión del hiato existente entre las formaciones Codo y El Ratón, se propone que abarcaría con dudas parte del Devónico Tardío y el Tournaisiano. Esta imprecisión se debe a que los palinomorfos obtenidos en la Formación Codo sólo permiten atribuirla tentativamente al Givetiano o Frasniano (figura 1.3).

Por otra parte, la composición cuali-cuantitativa de la asociación muestra un dominio de esporas de licofitas (*Cristatisporites* spp.) en todos los niveles muestreados, rasgo que coincide también con la composición de la megaflore, vegetación que en conjunto se habría desarrollado en un ambiente fluvial con depósitos de planicies inundadas, sistemas de lagunas y barras o albardones de ríos entrelazados y meandriformes, siendo más abundantes en estos últimos (Azcuy *et al.*, 1981; Sessarego y Césari, 1989; Arrondo *et al.*, 1991). Las esporas en su mayoría presentan rasgos tafonómicos que acompañan esta interpretación, mostrando daños mecánicos (craquelación y fracturas de las exinas,

e.g., cíngulos de *Cristatisporites* spp.; figura 5.11, 13-14), posiblemente como producto del transporte mediante corrientes fluviales y eventos de desecación en sitios de depositación temporarios (e.g., exposición subaérea de terrazas vegetadas con canales inactivos y barras menores que marginan los canales principales activos). A su vez, la degradación biológica de las exinas (actividad bacteriana en exinas perforadas; figuras 4.18; 5.1-2, 4-5) podría sugerir ambientes relativamente oxigenados que habrían contribuido a reducir el contenido orgánico en estas rocas. En el nivel palinológico BAFC-Pl 1971, correspondiente a la pelita carbonosa (figuras 2 y 3.10) se hallaron abundantes restos de materia orgánica posiblemente atribuible a colonias de *Botryococcus* y podría ser interpretado como un depósito lacustre de baja profundidad (e.g., Batten y Grenfell, 1996).

Es interesante destacar que la interpretación paleoambiental del Miembro Inferior de la Formación El Ratón, representada por facies continentales generadas bajo condiciones de un clima cálido y húmedo caracterizadas por la formación de pelitas carbonosas y paleosuelos (Sessarego, 1988; Sessarego y Césari, 1989; Limarino *et al.*, 1996), contrasta con las facies marinas y las diamictitas con clastos estriados que evidenciarían un evento de glaciación en la sección media de la Formación Malimán (Pazos *et al.*, 2005 b). Estas evidencias sugieren que la región de Calingasta habría estado más alejada de la línea de costa que la región de Angualasto, lo cual habría contribuido a marcar las diferencias paleoclimáticas registradas.

CONCLUSIONES

Las asociaciones palinológicas recuperadas de sedimentitas devónicas y mississippianas del área de Calingasta, permitieron hacer algunas inferencias cronológicas y paleoambientales. El Miembro Superior de la Formación El Planchón resultó palinológicamente estéril. Sin embargo, la presencia de grietas de sinéresis en la sección estudiada, sugiere un paleoambiente de depositación marino somero.

Se dan a conocer, por primera vez en este trabajo, los registros palinológicos de la Formación Codo, permitiendo asignarla por el momento, al Givetiano-Frasniano. A su vez, la composición de la asociación palinológica indica una depositación en un ambiente marino marginal o de plataforma.

Se amplía la información palinológica de la Formación El Ratón, incorporando 30 especies a la lista conocida. Las especies diagnósticas identificadas (e.g., *Anapiculatisporites amplus*, *Colatisporites decorus*, *Verrucosisporites morulatus*) apoyan un Viseano temprano para la unidad. Las especies comunes con la Formación Malimán (e.g., *Verrucosisporites papulosus*, *Colatisporites decorus*, *Apiculatisporites variocorneus* y ejemplares asignables al género *Lophotriletes*) permiten correlacionarla con la parte media de esta última unidad. Teniendo en cuenta las edades atribuidas a las formaciones Codo y El Ratón, la magnitud del hiato abarcaría parte del Devónico Tardío y el Tournaisiano.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean expresar su agradecimiento a la Dra. Cecília Cunha Lana (PETROBRAS) por sus sugerencias acerca del material de la Formación Codo. En especial agradecemos a las Dras. M. Vergel, C. Rubinstein, S. Palma Heldt y al Dr. C. Azcuy, por sus valiosos comentarios que nos han permitido mejorar el manuscrito. Al Lic. Gustavo Holfeltz por el procesamiento de las muestras palinológicas. Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICTR 00313/03), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (PIP 5518 CONICET) y la Universidad de Buenos Aires (UBACYT X 136 y X 428).

LISTA DE ESPECIES CON AUTORÍA COMPLETA CITADAS EN EL TEXTO

Anapiculatisporites amplus Playford y Powis 1979.

Anapiculatisporites hystricosus Playford 1964.

Apiculatisporis sp. cf. *A. variocorneus* Sullivan 1964.

Bascaudaspora submarginata (Playford) Higgs, Clayton y Keegan 1988.

Colatisporites decorus (Bharadwaj y Venkatachala) Williams en Neves, Gueinn, Clayton, Ioannides, Neville y Kruszewska 1973.

Crassispora sp. cf. *C. invicta* Playford 1971.

Cristatisporites matthewsii Higgs, Clayton y Keegan 1988.

Cristatisporites sp. cf. *C. connexus* Potonié y Kremp 1955.

Cristatisporites sp. cf. *C. crassilabratum* Archangelsky y Gamarro 1979.

Cristatisporites sp. cf. *C. inconstans* Archangelsky y Gamarro 1979.

Cristatisporites inordinatus (Menéndez y Azcuy) Playford 1978.

Cristatisporites sp. cf. *C. scabiosus* Menéndez 1965.

Cristatisporites sp. cf. *C. stellatus* (Azcuy) Gutiérrez y Limarino 2001.

Densosporites sp. cf. *D. spinosus* Dybová y Jachowicz 1957.

Dibolisporites microspicatus Playford 1978.

Dibolisporites sp. cf. *D. distinctus* (Clayton) Playford 1986.

Grandispora debilis Playford 1971.

Raistrickia sp. cf. *R. variabilis* Dolby y Neves 1970.

Retusotriletes avonensis Playford 1964.

Spelaeotriletes sp. cf. *S. echinatus* (Hacquebard) Utting 1987.

Spinozonotriletes sp. cf. *S. hirsutus* Azcuy 1975.

Tholisporites scoticus Buttherworth y Williams 1958.

Verrucosisporites congestus Playford 1964.

Verrucosisporites morulatus (Knox) Potonié y Kremp 1955 emend. Smith y Butterworth 1967.

Verrucosisporites papulosus Hacquebard 1957.

BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. L.; Farias, P.; Rodríguez-Fernández, L. R.; Heredia, N. y García-Sanseguno, J. 2005 a. Stratigraphic location of the Planchón Conglomerates (western Argentina Precordillera, San Juan river). *Gondwana* 12, Mendoza, Academia Nacional de Ciencias (Córdoba) Abstracts, 41.
- Alonso, J. L.; Rodríguez-Fernández, L. R.; García-Sanseguno, J.; Heredia, N.; Farias, P. y Gallastegui, J. 2005b. Gondwanic and Andean structure in the Argentine central Precordillera: The Río San Juan section revisited. VI International Symposium on Andean Geodynamics (ISAG 2005), Barcelona, Extended Abstracts: 36-39.
- Amenábar, C. R. 2006. Significado estratigráfico de palinomorfos retrabajados en la Formación Malimán (Viseano) en la Sierra del Volcán, Provincia de San Juan, Argentina. Resultados preliminares. *Revista Brasileira de Paleontologia* 9: 21-32.
- Amenábar, C. R. 2007. Palinoestratigrafía y paleoambiente de las Formaciones Chigua (Grupo Chinguillos, Devónico), Malimán y El Ratón (Grupo Angualasto, Carbonífero Inferior), Cuenca Uspallata-Iglesia. Comparación y correlación con otras palinofloras y caracterización del límite Devónico-Carbonífero en la región. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, 378 pp. (Inédito).
- Amenábar, C. R.; di Pasquo, M. M. y Pazos, P.J. 2006 a. Nuevos registros paleontológicos de la Formación Malimán (Carbonífero Inferior), en la quebrada Don Agustín, Precordillera de Argentina. IX Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Córdoba, Resúmenes, 174.
- Amenábar, C. R.; di Pasquo, M.; Carrizo, H. y Azcuy, C. L. 2006 b. Palynology of the Chigua (Devonian) and Malimán (Carboniferous) formations in Del Volcán Range, San Juan Province, Argentina. Part I. Paleomicroplankton and acavate smooth and ornamented spores. *Ameghiniana* 43: 339-375.
- Amenábar, C. R.; di Pasquo, M. M.; Carrizo, H. A. y Pazos, P. J. 2006 c. Datos paleoflorísticos de la sección basal de la Formación Malimán (Carbonífero Inferior) en su localidad tipo, quebrada La Cortadera, Provincia de San Juan, Argentina. IX Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Córdoba, Resúmenes, 173.
- Amenábar, C. R.; di Pasquo, M.; Carrizo, H. y Azcuy, C. L. 2007. Palynology of the Chigua (Devonian) and Malimán (Carboniferous) formations in Volcán Range, San Juan Province, Argentina. Part II. Cavate, pseudosaccate and cingulizionate spores. *Ameghiniana* 43: 547-564.
- Archangelsky, S. y Vergel, M. M. 1996. 2. Cuenca Chacoparanense. Paleontología, Bioestratigrafía y Paleoecología. En: S. Archangelsky (editor), El Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba, pp. 40-44.
- Arrondo, O. G.; Césari, S. N. y Gutiérrez, P. R. 1991. *Frenguella* a new genus of lycopods from Early Carboniferous of Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology* 70: 187-197.
- Astini, R. A. 1996. Las fases diastróficas del Paleozoico medio en la Precordillera del Oeste Argentino- Evidencias estratigráficas. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Buenos Aires, Actas 5: 509-526.
- Azcuy, C. L. y di Pasquo, M. M. 2005. Early Carboniferous palynomorphs from the Ambo Formation, Pongo de Mainique, Peru. *Review of Palaeobotany and Palynology* 134: 153-184.
- Azcuy, C. L.; Césari, S. N. y Longobucco, M. I. 1981. Las plantas fósiles de la Formación El Ratón (Provincia de San Juan). *Ameghiniana* 18: 11-28.
- Azcuy, C. L.; Carrizo, H. A. y Caminos, R. 2000. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Pampeanas, Famatina, Precordillera, Cordillera Frontal y Bloque San Rafael. En: R. Caminos, editor, Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires, Anales 29: 261-318.
- Azcuy, C. A.; Beri, A.; Bernardes-de-Oliveira, M. E. C.; Carrizo, H. A.; di Pasquo, M. M.; Díaz Saravia, P.; González, C.; Iannuzzi, R.; Lemos, V. B.; Melo, J. H. G.; Pagani, A.; Rohn, R.; Rodríguez Amenábar, C.; Sabbatini, N.; Souza, P. A.; Taboada, A. y Vergel, M. M. 2007. Bioestratigrafía del Paleozoico Superior de América del Sur: primera etapa de trabajo hacia una nueva propuesta cronoestratigráfica. Asociación Geológica Argentina, Serie D: Publicación Especial No. 11: 9-65 (Autores en orden alfabético).
- Baldis, B. A. y Peralta, S. H. 2000. Silúrico-Devónico de la Precordillera de Cuyo

- y Bloque de San Rafael. En: R. Caminos, editor, Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Buenos Aires, Anales 29: 215-238.
- Baldis, B. A. y Sarudiansky, R. 1975. El Devónico en el noroeste de la Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 30: 301-329.
- Baldis, B. A.; Beresi, M.; Bordonaro, O. y Vaca, A. 1982. Síntesis evolutiva de la Precordillera Argentina. V Congreso Latinoamericano de Geología, Buenos Aires, Actas 4: 399-445.
- Batten, D. J. y Grenfell, H. R. 1996. 7D. *Botryococcus*. En: J. Jansonius y D. C. McGregor, editores, *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 1: 205-214.
- Beri, A. y Pecoits, E. 2001. Palinología y sedimentología de la Formación Melo (Pérmico) en la cañada "El Barón", departamento de Cerro Largo, Uruguay. *Ameghiniana* 38: 419-428.
- Butterworth, M. A. y Williams, R.W. 1958. The small spore floras of coals in the Limestone Coal Group and Upper Limestone Group of the Lower Carboniferous of Scotland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 63: 352-392.
- Canudo, J. I. 2004. Ostrácodos. En: E. Molina, editor, *Micropaleontología*. Pressas Universitarias de Zaragoza, Zaragoza, Capítulo 21: 441-459.
- Césari, S. N. y Gutiérrez, P. R. 2001. Palynostratigraphy of Upper Paleozoic sequences in Central-Western Argentina. *Palynology* 24: 113-146.
- CNEA [Comisión Nacional de Energía Atómica] <http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>
- Collinson, J. D. y Thompson, D. B. 1982. *Sedimentary Structures*. ALLEN Y UNWIN, London, 194 pp.
- di Pasquo, M. M. 2003. Avances sobre palinología, bioestratigrafía y correlación de las asociaciones presentes en los Grupos Macharetí y Mandiyutí, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana* 40: 3-32.
- Guerstein, M.; Laya, H. y Pezutti, N. 1965. Bosquejo fotogeológico de la zona de "Las Juntas" (Dto. Calingasta, provincia de San Juan). *Acta Geológica Lilloana* 7: 231-242.
- Higgs, K. T.; Clayton, G. y Keegan, J. B. 1988. Stratigraphy and systematic palynology of the Tournaisian rocks of Ireland. *The Geological Survey of Ireland, Special Papers* 7: 1-93.
- Lana, C.; Arai, M. y Lopes, R. M. 2007. Significado paleoambiental de blooms de ovos de copépodos do Albiano inferior a médio das bacias de Campos e Santos (sudeste brasileiro). *Paleontologia: Cenários de Vida*. Editora INTERCIÊNCIA 2007.
- Limarino, C. O. y Césari, S.N. 1993. Reubicación estratigráfica de la Formación Cortaderas y definición del Grupo Angualasto [Carbonífero Inferior, Precordillera de San Juan]. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 47: 61-72.
- Limarino, C. O., Césari, S.N. y López-Gamundi, O.R. 1996. Las fases paleoclimáticas del Paleozoico Superior del oeste argentino: su expresión estratigráfica y su valor como herramienta de correlación. XIII Congreso Geológico Argentino y III Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza, Actas 1: 495-510.
- López Gamundi, O. R. y Rossello, E. A. 1993. Devonian-Carboniferous unconformity in Argentina and its relation to the Eo-Hercynian orogeny in southern South America. *Geologische Rundschau* 82: 136-147.
- Manceñido, M. O. 1973. La fauna de la Formación Del Salto (Paleozoico Superior de la provincia de San Juan), Parte I. Introducción y Estratigrafía. *Ameghiniana* 10: 235-253.
- McLane, M. 1995. *Sedimentology*. Oxford University Press, New York, 423 pp.
- Melo, J. H. G. y Loboziak, S. 2003. Devonian-Early Carboniferous miospore biostratigraphy of the Amazon Basin, Northern Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology* 124: 131-202.
- Pazos, P. J.; di Pasquo, M. y Amenábar, C. R. 2005 a. La sección basal de la Formación Malimán (Carbonífero Inferior) en la quebrada Don Agustín, provincia de San Juan, Argentina: rasgos sedimentarios y paleontología. XVI Congreso Geológico Argentino, La Plata, Tomo 3: 167-172.
- Pazos, P. J.; Amenábar, C. R.; di Pasquo, M. y Azcuy, C. L. 2005b. Are the Late Tournasian-Visean sequences in central western Argentina climatically controlled? the Malimán Formation data set. *Gondwana* 12, Mendoza, Academia Nacional de Ciencias [Córdoba], Abstract, 284.
- Playford, G. 2003. *Acritarchs and Prasino-phyte Phycmata: A Short Course*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, volume 41: 1-46.

- Quartino, B. J.; Zardini, R. A. y Amos, A. 1971. Estudio y exploración geológica de la region Barreal-Calingasta, Provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina, Monografía N° 1, 184 pp.
- Reineck, H. E. y Singh, I. B. 1980. Depositional sedimentary environments. Springer-Verlag, New York, 439 pp.
- Rossi de García, E. y Proserpio, C. 1975. Ostrácodos devónicos de la zona de Jáchal en la provincia de San Juan. I Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, Tucumán, Actas 1: 241-254.
- Rubinstein, C. V. 1997. Lower Devonian Palynomorphs from the Talacasto Formation, Cerro del Fuerte Section, San Juan Precordillera, Argentina. En: O. Fatka y T. Servais, editores, *Acritarcha in Praha, 1996*. Praha. Acta Universitatis Carolinae Geologica 40: 497-515.
- Rubinstein, C. V. 1999. Primer registro palinológico de la Formación Punta Negra (Devónico Medio-Superior), de la Precordillera de San Juan, Argentina. X Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología, Buenos Aires, Publicación Especial 6: 13-18.
- Rubinstein, C. V. 2000. Middle Devonian Palynomorphs from the San Juan Precordillera, Argentina: Biostratigraphy and Paleobiogeography. I Congreso Ibérico de Paleontología, Evora, Libro de Resúmenes: 274-275.
- Servais, T.; Brocke, R.; Fatka, O.; Le Hérissé, A. y Molyneux, S. G. 1997. Value and meaning of the term acritarch. En: O. Fatka y T. Servais, editores, *Acritarcha in Praha, 1996*. Praha. Acta Universitatis Carolinae Geologica 40: 631-643.
- Sessarego, H. 1983. La posición estratigráfica y edad del conglomerado atribuido a la Formación del Salto, río San Juan, provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 38: 494-497.
- Sessarego, H. 1988. Estratigrafía de las secuencias epiclásticas devónicas a triásicas aflorantes al norte del río San Juan y al oeste de las Sierras del Tigre, provincia de San Juan. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires. 330 pp. (Inédito).
- Sessarego, H. L. y Césari, S. N. 1986. La zona (de conjunto) *Archaeosigillaria-Lepidodendropsis* del Carbonífero temprano de Argentina. Annual Meeting Project 211-IGCP, Córdoba, Abstract: 69-70.
- Sessarego, H. L. y Césari, S. N. 1989. An Early Carboniferous Flora from Argentina. Biostratigraphic implications. Review of Palaeobotany and Palynology 57: 247-264.
- Sessarego, H. L.; Amos, A. J.; Teixeira, W.; Kawashinta, K. y Remesal, M. B. 1990. Diques eocarbónicos en la Precordillera occidental, margen oeste de las Sierras del Tigre, provincia de San Juan. Revista de la Asociación Geológica Argentina 45: 98-106.
- Souza, P. A.; Petri, S. y Dino, R. 2003. Late Carboniferous Palynology from the Itararé Subgroup (Paraná Basin), at Araçoiaba da Serra, São Paulo State, Brazil. Palynology 27: 39-74.
- Tappan, H. 1980. The Paleobiology of Plant Protists. W.H. Freeman, San Francisco, 1028 pp.
- Traverse, A. 1988. Paleopalynology. Unwin Hyman, Boston, 600 pp.
- Turner, R. E. 1991. New acritarch taxa from the Middle and Upper Devonian (Givetian-Frasnian) of western Canada. Canadian Journal of Earth Sciences 28: 1471-1487.
- Utting, J. y Giles, P. S. 2004. Biostratigraphical implications of new palynological data from the Mississippian of Newfoundland and Nova Scotia, Canada. Association of Australasian Palaeontologists, Memoirs 29: 115-160.
- Van Waveren, I. M. y Marcus, N. H. 1993. Morphology of recent copepod egg-envelopes from Turkey Point, Gulf of Mexico, and their implications for acritarch affinity. Special Papers in Palaeontology 48: 111-124.
- Von Gosen, W. 1992. Structural evolution of the Precordillera (Argentina): The Rio San Juan section. Journal of Structural Geology 14: 643-667.