

Bioestratigrafía, paleogeografía y paleoecología del Paleozoico de Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina

Lucía ARÁOZ¹, Sol NOETINGER², María del Milagro VERGEL¹ y Mercedes DI PASQUO³

Resumen: *BIOESTRATIGRAFÍA, PALEO GEOGRAFÍA Y PALEO ECOLOGÍA DEL PALEOZOICO DE SIERRA DE ZENTA, CORDILLERA ORIENTAL ARGENTINA.* El conocimiento de los palinomorfos, incluyendo acritarcos, quitinozoos, algas prasinofíceas, criptosporas, esporas triletas y otros, del Paleozoico de la Sierra de Zenta (Cordillera Oriental Argentina) ha tenido un importante incremento en los últimos años. Este crecimiento en los estudios se refiere tanto a su distribución temporal, composición de las asociaciones, relaciones con otros grupos fósiles, así como las características intrínsecas de las microfioras. En este caso, el lapso de tiempo de distribución de los palinomorfos analizados abarca desde el Ordovícico temprano (Tremadociano temprano) hasta el Carbonífero tardío (Pennsylvaniano medio). El presente artículo reúne el conocimiento actual de las microfioras identificadas en estratos ordovícicos, silúricos, devónicos y carboníferos de diferentes secciones de la Sierra de Zenta, con consideraciones bioestratigráficas, paleogeográficas y paleoecológicas.

Abstract: *BIOSTRATIGRAPHY, PALEO GEOGRAPHY AND PALEO ECOLOGY OF THE PALEOZOIC FROM ZENTA RANGES, EASTERN RANGE OF ARGENTINA.* The knowledge of palynomorphs, including acritarchs, chitinozoan, prasinophytes, cryptosporas, trilete spores and associated forms within the Paleozoic of the Zenta Range (Eastern Range of Argentina) display a significant increase in recent years. This increment in the studies comprises temporal distribution, composition of assemblages, relationships with other fossil groups as well as the intrinsic characteristics of the micro florae. The current study updates the knowledge on the palynomorphs spanning the Early Ordovician (Early Tremadocian) to the Late Carboniferous (Middle Pennsylvanian) of different sections of the Zenta Range, regarding biostratigraphic, paleogeographic and paleoecological considerations.

Palabras clave: Palinología. Paleozoico. Paleoambientes. Noroeste de Argentina.

Key words: Palynology. Paleozoic. Paleoenvironments. Northwestern Argentina.

Introducción

La Cuenca Paleozoica Andina Central cubre un amplio sector del centro – oeste sudamericano, con un desarrollo areal que abarca principalmente regiones de Perú, Bolivia y el noroeste argentino (NOA). En términos generales, está caracterizada por secuencias de edades cambro - silúricas, altamente fosilíferas y dominadas litológicamente por facies silicoclásticas. En el noroeste argentino incluye afloramientos en Puna, Cordillera Oriental y Sierras Subandinas, extendiéndose hacia el subsuelo de Llanura Chaqueña. Esta cuenca paleozoica, al igual que las cuencas mesozoicas superpuestas, se sitúan en áreas pericratónicas de antepais (Astini, 2003, 2008) y que fueron modificadas en su fisiografía por los efectos de la tectónica, principalmente del Ciclo Andino (Ramos, 1999).

¹ Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO) CONICET - UNT - Facultad de Ciencias Naturales e IML, Miguel Lillo 205 – (4000) San Miguel de Tucumán.

² Museo Argentino de Ciencias Naturales – CONICET, Angel Gallardo 470, Ciudad A. de Buenos Aires (C1405DJR), Argentina.

³ CICYTTP-CONICET, Laboratorio de Palinoestratigrafía y Paleobotánica, Dr. Matteri y España SN, Diamante (E3105BWA), Entre Ríos, Argentina.

La Sierra de Zenta es una unidad orográfica del noroeste argentino destacable, que se desarrolla en las provincias geológicas de Cordillera Oriental y Sierras Subandinas, en un área también llamada Sistema Interandino por Ramos (1999) en las provincias de Jujuy y Salta, cubriendo casi 15.000 km². Cuenta con cumbres que llegan a los 5000 m.s.n.m., donde se destaca el desarrollo de potentes afloramientos asignados al Precámbrico, Paleozoico y Terciario (Starck, 1996, 1999; Araújo *et al.*, 2008; Araújo, 2009 a). A pesar de su extensión e importancia, el conocimiento geológico de la Sierra de Zenta estuvo limitado durante mucho tiempo por la dificultad de los accesos y marcadas elevaciones, situación que paulatinamente se fue revirtiendo en la última década gracias al desarrollo de nuevos caminos.

Diferentes proyectos de investigación abordaron su estudio con el objeto de profundizar sobre la estratigrafía, paleontología y bioestratigrafía, con el fin de lograr un mayor entendimiento de los eventos tanto geológicos como biológicos ocurridos y el marco paleoambiental en el que se desarrollaron.

El estudio de los palinomorfos y microfloras, particularmente, tuvo un desarrollo muy variable en el noroeste argentino, desde sus inicios en la década del 1980 (Volkheimer *et al.*, 1980; Martín, 1982; Ottone *et al.*, 1992, 1995; Manca *et al.*, 1995; Rubinstein, 1997; Ottone, 1999; Rubinstein y Toro, 1999; Rubinstein *et al.*, 1999), con una notable ausencia de trabajos para la Sierra de Zenta hasta el año 2001, cuando se realizaron los primeros relevamientos palinológicos en estratos paleozoicos con un análisis de sus implicancias bioestratigráficas y paleogeográficas (Aceñolaza *et al.*, 2001, 2003; Araújo y Vergel, 2001; Araújo, 2002).

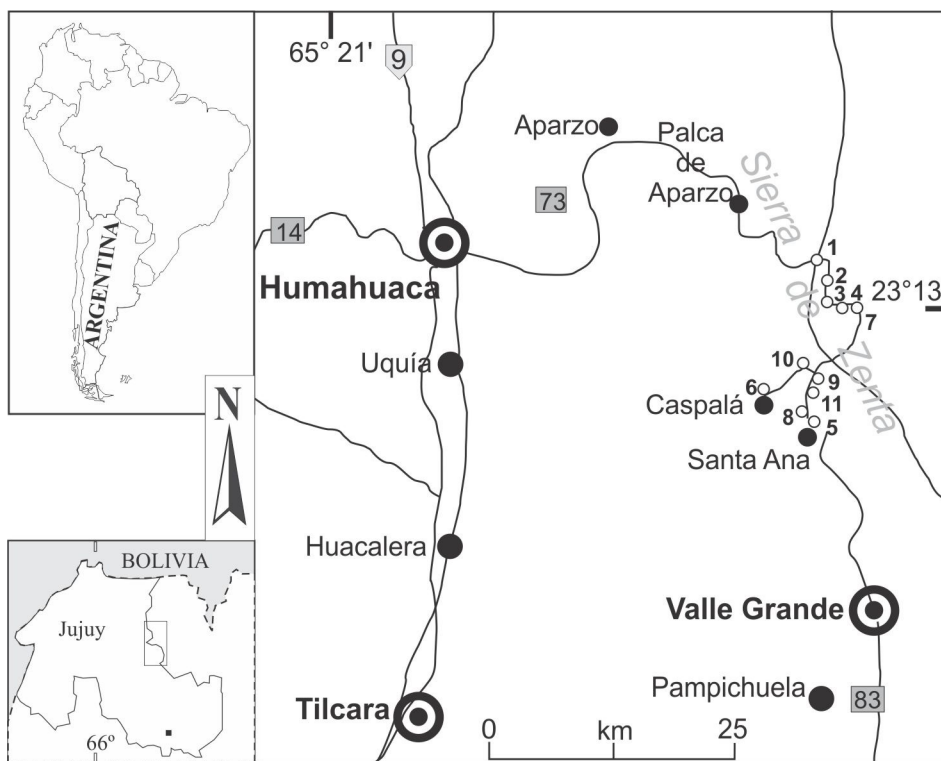


Figura 1. Ubicación de la Sierra de Zenta en el noroeste argentino y localidades estudiadas. / **Figure 1.** Location of the Sierra de Zenta in Northwest Argentina and localities studied. 1. Abra de Zenta, 2. Abra Límite, 3. Abra Blanca, 4. Abra Rocío, 5. Santa Ana, 6. Caspalá, 7. Abra Azul, 8. Abra Buey Ojo, 9. Doblóño, 10. Laguna Verde, 11. Abra Llana.

El posterior conocimiento de las microfloras y su evolución, el análisis sedimentológico de los perfiles relevados y la información aportada por otros fósiles allí presentes (e.g. invertebrados, trazas) (Aceñolaza *et al.*, 2001, 2003; Aceñolaza y Milana, 2005; Aceñolaza y Aceñolaza, 2007; Aceñolaza y Heredia, 2008; Tortello y Aceñolaza, 2010; Noetinger *et al.*, 2016), contribuyó en estas primeras etapas a una mejor comprensión de los aspectos paleoambientales, que fueron relevantes para un entendimiento general de la geología en esta región del NOA durante tiempos paleozoicos.

El presente trabajo es una revisión actualizada con una reevaluación de la información palinológica existente para el Paleozoico que aflora en diversas secciones de la Sierra de Zenta, y que permitieron ajustar las edades que se extienden desde el Tremadociano hasta el Pennsylvaniano.

Entre los materiales analizados se identifican tanto formas de origen marino (acritarcos, quitinozoos, algas prasinofíceas) como continental (criptosporas, granos de polen y esporas), cuya importancia bioestratigráfica y su relación con otros restos fósiles hallados (trilobites, graptolites, conodontes, braquiópodos, equinodermos, moluscos y trazas fósiles) contribuyen a clarificar el escenario paleoambiental para la región.

La información está organizada por edades, desde la más antigua a la más moderna, y por la ubicación geográfica de las localidades portadoras (Fig. 1), ilustrándose los palinomorfos más destacados de cada período, tomados de los trabajos originales citados. Al final del texto se incluye un apéndice con el listado de géneros y especies mencionados.

Ordovícico

El Ordovícico aflora en diferentes sectores de la Sierra de Zenta, pero las localidades estudiadas están ubicadas principalmente en el sector norte y centro de la misma. En la sección norte se identificó una secuencia con base discordante que inicia en la localidad de Abra de Zenta y se extiende hacia el sur hasta Abra Límite, donde los estratos ordovícicos están separados por una discordancia de los niveles suprayacentes asignados al Silúrico, Devónico y Carbonífero (Aceñolaza *et al.*, 2001, 2003; Aráoz y Vergel 2001; Aráoz, 2002, 2009 a, b; Vergel *et al.*, 2008 a, b).

En el sector central las secuencias ordovícicas aflorantes muestran espesores cercanos a los 1000 metros y fueron descritas en las secciones de Santa Ana – Caspalá (Tremadociano, Floiano), Abra Buey Ojo – Doblozno (Tremadociano, Floiano, Dapingiano) y Laguna Verde (Darriwiliano/Sanbdiano) (Aráoz y Aceñolaza, 2004; Aráoz *et al.*, 2008, 2015; Aráoz, 2009 a, b; di Pasquo *et al.*, 2011). De la Puente y Rubinstein (2013) identificaron quitinozoos en la Sierra de Zenta: *Euconochitina paschaensis* en niveles del Tremadociano tardío asignados a la Formación Santa Rosita, cercanos a la localidad de Santa Ana; *Lagenochitina* sp. del Floiano medio temprano de la parte superior de la Formación Acoite y *Eremochitina baculata* del Floiano medio tardío de la parte superior de la Formación Acoite, y *Tanuchitina* sp. cf. *fistulosa* en la Formación Caspalá en cercanías de la localidad de Caspalá.

Los datos palinológicos de niveles ordovícicos fueron integrados y permitieron definir cinco asociaciones en base a la distribución de los elementos identificados, tres de las cuales fueron definidas en el perfil de Abra de Zenta y dos en un perfil integrado a partir de secciones aflorantes en el sector central de la sierra (Aráoz, 2009 a). Algunos palinomorfos destacados del Ordovícico son ilustrados en la figura 2.

Abra de Zenta

Los estudios palinológicos realizados en esta localidad proceden de un perfil que se extiende entre Abra de Zenta y Abra Límite (Aceñolaza *et al.*, 2001, 2003; Aráoz, 2002, 2009 a, b) el cual aportó la primera información conocida de microfósiles asociados a invertebrados y trazas fósiles. Las trazas proceden de los niveles inferiores y medio del perfil y fueron referidas a una típica icno asociación de *Cruziana*, de la transición cambro – ordovícica, mientras que los invertebrados incluyen trilobites, braquiópodos, gasterópodos y rostroconchos, siendo el conjunto, los primeros restos fósiles del Ordovícico de la Sierra de Zenta.

Los palinomorfos presentes en el perfil son relativamente abundantes siendo el principal componente los acritarcos, acompañados en menores y variables proporciones por prasinofitas, quitinozoos y criptosporas. A partir de sus distribuciones estratigráficas Aráoz (2009 a), identificó tres asociaciones palinológicas (Asociación Sierra de Zenta): ASZ1, ASZ2 y ASZ3. En el sector inferior a medio del perfil asignado a la Formación Santa Rosita (Grupo Santa Victoria), se definió la ASZ1 en base a la presencia exclusiva de los acritarcos: *Acanthodiacrodium angustum* (Fig. 2.1), *Acanthodiacrodium spinum*, *Acanthodiacrodium ubui*, *Balthisphaeridium* sp. 1, *Cristallinium cambriense*, *Cristallinium ovillense*, *Cymatiogalea cuvillieri*, *Cymatiogalea velifera*, *Sabaridia downieii*, *Sabaridia fragilis* (Fig. 2.3), *Vulcanisphaera africana* (Fig. 2.2) y *Vulcanisphaera britannica*. Acompañan otros acritarcos (*Acanthodiacrodium* spp., *Cymatiogalea membranispina*, *Cymatiogalea* spp., *Dasydiacrodium* spp., *Eliasium llaniscum*, *Eupoikilofusa* sp.1, *Ferromia pelita*, *Leiofusa* spp., *Micrhystridium* spp., *Polygonium* spp., *Vulcanisphaera tuberata*, *Vulcanisphaera turbata*), prasinofitas (*Cymatisphaera* spp., *Leiosphaeridia* spp., *Pterospermella* spp.) y criptosporas indeterminadas. La edad determinada para la ASZ1 es Tremadociano temprano tardío, debido a que *Acanthodiacrodium angustum* está restringido estratigráficamente al Tremadociano y *Sabaridia fragilis* es registrada a nivel mundial en el lapso Cámbrico tardío – Tremadociano (Moczydlowska *et al.*, 2004). Además hay una abundancia de formas típicamente tremadocianas como *Acanthodiacrodium*, *Dasydiacrodium*, *Polygonium* y *Vulcanisphaera*. Confirman esta edad los trilobites de la Biozona de *Kainella* meridional definiendo así, los niveles más antiguos identificados en la sierra (Aceñolaza *et al.*, 2001, 2003).

La ASZ2 procede de los sectores medios del perfil, de niveles de la Formación Acoite (Grupo Santa Victoria), definida por los acritarcos: *Cymatiogalea granulata*, *Dactylofusa velifera* var. *brevis*, *Eisenackidium orientalis*, *Eisenackidium* sp. 1, *Eupoikilofusa* spp., *Polygonium gracile* y *Vavrdovella areniga*. La asociación incluye además otros acritarcos, prasinofitas (*Pterospermella* sp.), criptosporas y los primeros quitinozoos identificados en la sierra (*Conochitina* sp.). A pesar de que el área donde se define la ASZ2 estaría incluida la transición tremadociana – floiana y de la presencia de *Dactylofusa velifera* var. *brevis* y *Eisenackidium orientalis* que por su amplia distribución en el Floiano de la Cuenca Andina Central son reconocidas como especies guía para el NOA, se destaca la ausencia de formas típicas de la asociación *messauensis* – *trifidum*, característica de esa edad, que si fue reconocida en otras localidades del Noroeste Argentino. Por ello, la ASZ2 es considerada de edad floiana, mientras que el quitinozoo indicaría una edad no más antigua que Tremadociano tardío (Aráoz, 2009 a).

En el sector superior del perfil, en niveles de la Formación Acoite, fue definida la asociación ASZ3 en base a los acritarcos: *Balthisphaeridium coolibahense*, *Balthisphaeridium omnivagum*, *Balthisphaeridium* sp. cf. *B. crinitum*, *Barakella rara* (Fig. 2.4), *Barakella felix*, *Polygonium dentatum*, *Stelliferidium* sp. y *Tectitbeca* sp. cf. *T. additionalis*, prasinofitas: *Pterospermella* sp. y criptosporas. *Barakella* tiene su *First Appearance Datum* (FAD) en la base del Dapingiano, aunque Rubinstein *et al.* (2007) lo registran en el Floiano tardío de Cordillera Oriental, por lo que no se descarta esa edad para la ASZ3.

Una discontinuidad en el perfil, cercana a la localidad de Abra Límite, separa los niveles

ordovícicos de los suprayacentes, donde la palinología permitió identificar asociaciones que asignan edades Silúrico, Devónico y Carbonífero (Vergel *et al.*, 2008 b; di Pasquo *et al.*, 2011).

Abra Buey Ojo, Doblozno, Abra Llana, Laguna Verde, Santa Ana, Caspalá

Estas localidades del sector central de la sierra, fueron relevadas y estudiadas en conjunto y la información palinológica integradas para un análisis general. Aráoz (2009 a) resumió la información geológica y palinológica unificando los perfiles parciales y definió las asociaciones ASZ4 y ASZ5, establecidas conjuntamente con las ASZ1, ASZ2 y ASZ3 de Abra de Zenta, extendiendo el conocimiento de los sucesos paleoflorísticos del Ordovícico de la Sierra de Zenta.

El perfil unificado tiene su base en el área de Abra Buey Ojo, donde el sector inferior de esta secuencia heterolítica grano creciente fue parcialmente comparado a la Formación Zanjón (Aráoz y Aceñolaza, 2004; Vergel *et al.*, 2008 b; Aráoz, 2009 a, b). En esos afloramientos fue definida la ASZ4, con la presencia exclusiva de los acritarcos: *Balthisphaeridium fragile*, *Coryphidium bobemicum*, *Cristallinium dentatum*, *Cymatigalea denniffii* (Fig. 2.5), *Dasydiacrodium* sp. 1, *Eupoikilofusa striatogranulata*, *Multiplicisphaeridium* spp., *Picostella turgida*, *Pirea* sp. cf. *P. colliformis*, *Polygonium* spp., *Stellechinatum uncinatum* (Fig. 2.7), *Stellechinatum* sp. 1, *Stelliferidium stelligerum*, *Striatotheca principalis* (Fig. 2.12), *Tectithea additionalis*, *Tectithea* sp. cf. *T. additionalis*, *Verybachiium lairdii* group y *Verybachiium symmetricum*. Acompañan otros acritarcos como *Acanthodiacrodium* spp., *Cymatigalea granulata*, *Cymatigalea* sp., *Dactylofusa velifera* var. *brevis* (Fig. 2.8), *Eisenackidium orientalis* (Fig. 2.9), *Eisenackidium* sp. 1, *Leiofusa* sp., *Michrhystridium* spp., *Polygonium gracile*, *Stelliferidium* sp., *Vavrdovella areniga* (Fig. 2.10) y *Vulcanisphaera tuberata*; las prasinofitas *Cymatiosphaera* spp., *Leiosphaeridia* spp. y *Pterospermella* sp.; los quitinozoos *Euconochitina* sp. y *Eremochitina* sp. (Fig. 2.14) y criptosporas indeterminadas (Fig. 2.6). Para la ASZ4 se asignó una edad Floiano, cercana al límite Tremadociano / Floiano, parcialmente equivalente a la ASZ2 definida en Abra de Zenta, aunque la composición de las microfloras es marcadamente diferente, con una abundancia y diversidad mayor en la ASZ4 que en la ASZ2 (Aráoz, 2009 a).

Afloramientos ordovícicos continúan de manera saltuaria hacia el sur, y a un kilómetro de distancia aproximadamente, se reconocieron niveles con microfloras vinculadas a graptolites de los géneros *Baltograptus*, *Didymograptus*, *Expansograptus* y *Tetragraptus* y restos de trilobite *Thysanopyge*, registros que mencionan Aráoz (2009 a, b) y Aráoz *et al.* (2015). La secuencia continúa hasta Laguna Verde, donde se encuentran los niveles ordovícicos más jóvenes reconocidos hasta el momento, representados por la Formación Caspalá. Allí la secuencia es predominantemente arenosa, con alta tasa de bioturbación y presencia de trazas fósiles (*Cruziana*, *Lockeia*, *Monomorphichnus* y *Skolithos*) asociadas a una fauna de conodontes de importancia bioestratigráfica (Aceñolaza y Heredia, 2008; Carlorosi y Heredia, 2013; Aceñolaza *et al.*, 2015). La ASZ5 fue definida a partir de los niveles con graptolites y continúa hasta Laguna Verde mostrando una amplia extensión en cuanto a niveles involucrados y a diversidad taxonómica, con niveles que tienen una gran abundancia y diversidad palinológica, a pesar de lo cual no se pudo establecer una subdivisión. En general, los taxones presentes en la ASZ5 tienen rangos de distribución amplios a partir del Floiano o Dapingiano y se extienden hasta el Darriwiliano e incluso al Hirnantiano. En esa heterogeneidad de formas, se destaca una amplia representación de acritarcos considerados clave como *Dactylofusa velifera* var. *brevis*, *Eisenackidium orientalis*, *Vavrdovella areniga*, *Stellechinatum uncinatum* y *Coryphidium* que fueron decisivos en la definición de una sola asociación. La ASZ5 se caracteriza por los acritarcos *Acanthodiacrodium crassus*, *Adorfia hoffmanensis*, cf. *Arkonion* sp., *Aureotesta* sp., *Coryphidium* sp. cf. *C. elegans*, *Coryphidium miladae - tadla* group (Fig. 2.13), *Coryphidium* spp., *Cymatigalea messaoudensis* var. *messaoudensis* (Fig. 2.11), *Ericanthea pollicipes*, *Leiofusa fusiformis*, *Leiofusa tumida*, *Petaloferidium bulliferum*, cf. *Picostella* sp. 1, *Pirea* sp. cf. *P. ornata*, *Poikilofusa* spp.,

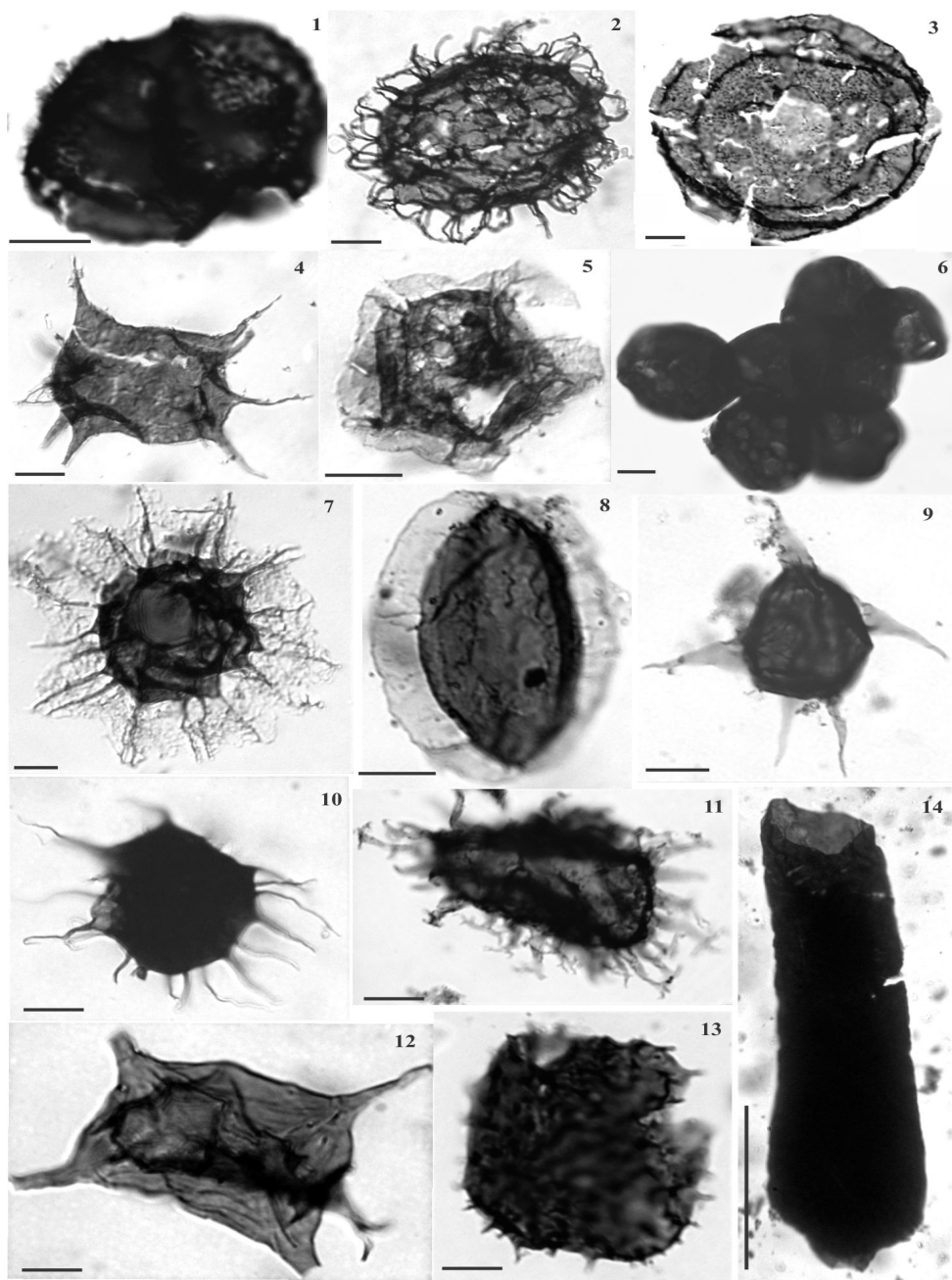


Figura 2. Palinomorfos del Ordovícico. 1-4: Abra de Zenta. 5, 6, 7, 12: Abra Buey Ojo. 11, 13: Laguna Verde. 1-13: escala 10 μm ; 14: escala 100 μm / **Figure 2.** Ordovician palynomorphs. 1-4: *Abra de Zenta*. 5, 6, 7, 12: *Abra Buey Ojo*. 11, 13: *Laguna Verde*. 1-13: scale 10 μm , 14: scale 100 μm . 1. *Acanthodiacrodium angustum*, 2. *Vulcanisphaera africana*, 3. *Saharidia fragilis*, 4. *Barakella rura*, 5. *Cymatiogalea deunffii*, 6. criptosporas indeterminadas / indetermined cryptospores, 7. *Stellechinatum uncinatum*, 8. *Dactylofusa velifera* var. *brevis*, 9. *Eisenackidium orientalis*, 10. *Vavrdovella areniga*, 11. *Cymatiogalea messaoandensis* var. *messaoandensis*, 12. *Striatotbeca principalis*, 13. *Coryphidium milada* – *tadla* Group, 14. *Eremochitina* sp.

Priscogalea sp., *Stelliferidium striatulum*, *Striatotbeca rugosa*, *Striatotbeca* sp. cf. *S. transformata*, *Striatotbeca* spp., *Tectitbeca valida*, *Verybachiium minutum*, *Verybachiium rhomboidium*, *Verybachiium trispinosum* group. Esta asociación presenta una mayor diversidad de quitinozoos (*Euconochitina* sp., *Eremochitina* sp. y *Lagenochitina* sp.) y prasinofoceas como *Pterospermella colbathii*. La edad asignada para la ASZ5, prácticamente en toda su extensión, es Dapingiano / Darriwiliano, más probablemente Darriwiliano (Aráoz, 2009 a). Los niveles más altos cercanos a Laguna Verde incluyen una asociación de conodontes recientemente revisada que contiene *Erraticodon patu*, *Baltoniodus triangularis*, *Baltoniodus* cf. *B. triangularis*, *Trapezognathus diprion*, entre otros, identificándose la Zona *B. triangularis* que sugiere una edad Dapingiana temprana (Heredia *et al.*, 2008; Carlorosi y Heredia, 2013; Aceñolaza *et al.*, 2015), lo cual permite ajustar mejor la edad de la palinoflora.

De la Puente y Rubinstein (2013) mencionaron para niveles tremadocianos asignados a la Formación Santa Rosita cercanos a la localidad de Santa Ana, quitinozoos equivalentes a la asociación de *Euconochitina paschaensis*; también quitinozoos asignados al Floiano de la Formación Acoite y otros para el Ordovícico más tardío de la Formación Caspalá, con *Tanuchitina* sp. cf. *fistulosa*, de pobre preservación que probablemente indique un retrabajo por la glaciación hirnantiana.

Silúrico

Abra Límite

Los únicos niveles silúricos estudiados palinológicamente en la Sierra de Zenta se encuentran en la localidad de Abra Límite, en un intervalo entre discordancias que separan estratos del Silúrico de los infrayacentes del Ordovícico y suprayacentes del Devónico temprano. Allí, di Pasquo *et al.* (2010) identificaron dos niveles con palinomorfos de regular preservación, fuerte piritización y alto grado de madurez térmica (TAI alrededor de 3), con esporas triletes, acritarcos, quitinozoos y criptosporas. di Pasquo *et al.* (2010) reconocen dos asociaciones palinológicas, la asociación inferior (A1) que incluye: *Ambitisporites avitus* (Fig. 3.1), *Amicosporites* sp. (Fig. 3.10), *Quadrisporites variabilis* (Fig. 3.2), *Crassiangulina variacornuta* (Fig. 3.3), *Duvernaysphaera* sp. cf. *D. blanca* (Fig. 3.12), *Eisenackitina* sp. cf. *E. bobemica*, *Margachitina* sp. cf. *M. sarensis*, *Ancyrochitina fragilis* (Fig. 3.6), *Angochitina sinica* (Fig. 3.4) y *Angochitina* sp. cf. *A. filosa*. Según estos autores, el conjunto sugiere una edad no más antigua que Aeroniano y no más joven que Pridoliano - Lochkoviano. La asociación superior (A2) incluye entre sus taxones: *Crassiangulina variacornuta*, *Quadrisporites variabilis*, *Quadrisporites granulatus*, *Duvernaysphaera* sp. cf. *D. blanca*, *Onodagaella asymmetrica* (Fig. 3.5), *Verybachiium valiente*, *Verybachiium downieii*, *Leiofusa banderillae* (Fig. 3.7), *Goniosphaeridium* sp. cf. *G. uncinatum*, *Diexalophasis denticulata* (Fig. 3.8), *Cheilotetras* sp. (Fig. 3.11), *Imperfectotriletes* sp., *Dyadospora murusattenuata*, *Synsphaeridium* sp., *Eisenackitina* sp. cf. *E. bobemica*, *Desmochitina sphaerica*, *Angochitina oblpaci* (Fig. 3.9), *Angochitina sinica* y *Conochitina pachycephala*. La asociación de acritarcos y quitinozoos mencionados, sugieren una edad Ludlowiano – Pridoliano, por lo que ambas asociaciones incluyen formas que atraviesan el límite Silúrico – Devónico, siendo evidencia de la presencia de este lapso de tiempo en la Sierra de Zenta.

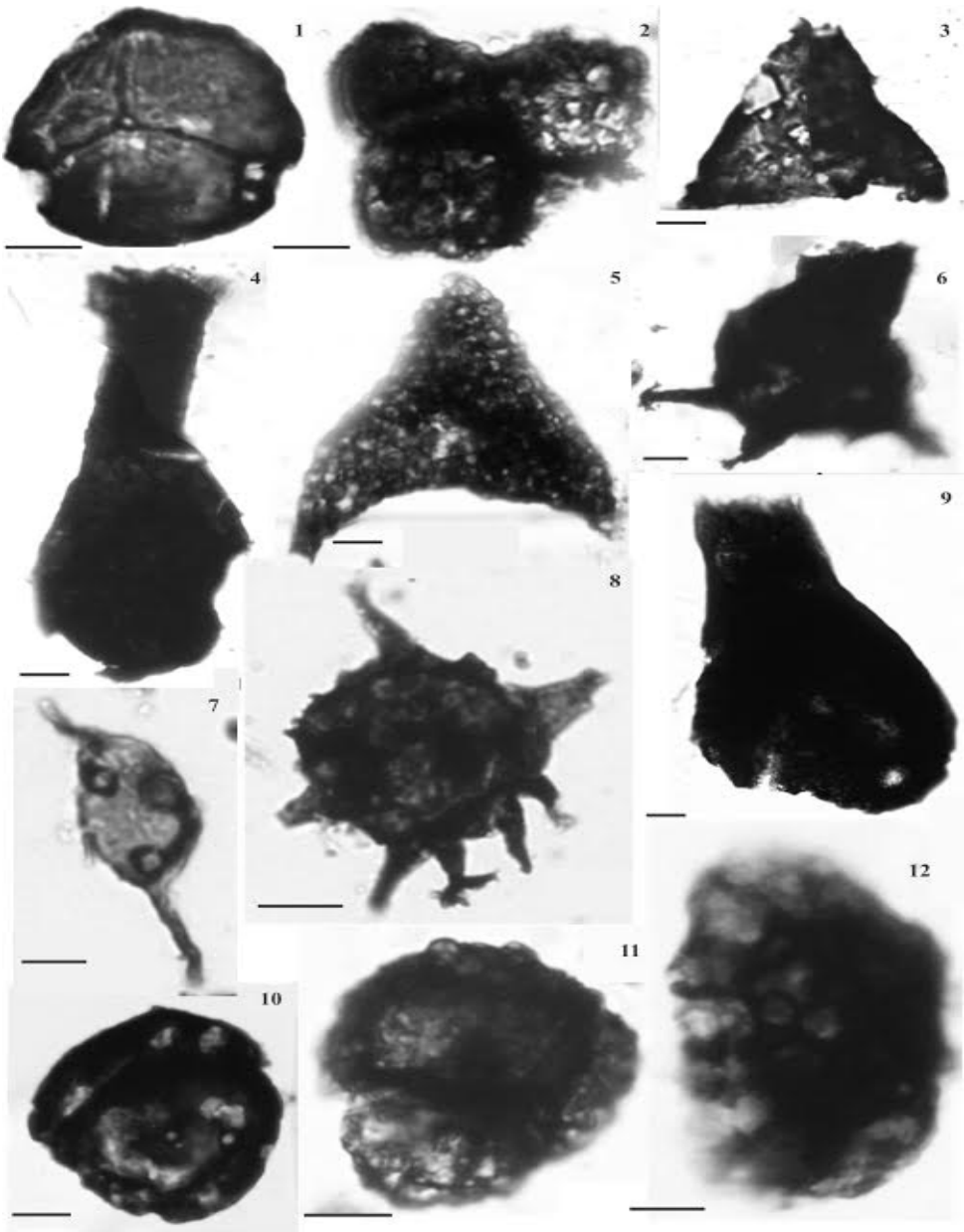


Figura 3. Palinomorfos del Silúrico. Escala 10 μm / **Figure 3.** Silurian palynomorphs. Scale 10 μm . 1. *Ambitisporites avitus*, 2. *Quadriflorites variabilis*, 3. *Crassiangulina variacornuta*, 4. *Angochitina sinica*, 5. *Onondagaella asymmetrica*, 6. *Ancyrochitina fragilis*, 7. *Leiofusa banderillae*, 8. *Diexalophasis denticulata*, 9. *Angochitina chlupaci*, 10. *Amicosporites* sp., 11. *Cheilotetras* sp., 12. *Duvernaysphaera* sp. cf. *D. blanca*.

Devónico

Los niveles de esta edad que fueron reconocidos en la Sierra de Zenta se encuentran en dos afloramientos, uno de ellos en la localidad de Abra Límite y el otro en Abra Azul. Los palinomorfos identificados son ilustrados en la figura 4.

Abra Límite

En los niveles devónicos de esta localidad se recuperaron palinomorfos entre los que se identificaron criptosporas, esporas triletes, acritarcos, prasinofitas, clorofitas y quitinozoos (Noetinger y di Pasquo, 2008; Vergel *et al.*, 2008 b; di Pasquo *et al.*, 2011). A partir de su análisis, Noetinger y di Pasquo (2010) diferenciaron dos asociaciones en estos niveles, la AL1 proveniente de los sectores basales y medios del afloramiento, que incluyen principalmente elementos marinos como los quitinozoos *Angochitina filosa* (Fig. 4.3), *Cingulochitina serrata*, *Angochitina chlupaci*, *Hoegisphaera* sp. cf. *H. glabra* (Fig. 4.5), *Ancyrochitina* sp. cf. *A. tomentosa* y *Ramochitina* sp. y los acritarcos: *Multiplicisphaeridium robertinum*, *Diexallophasis remota*, *Multiplicisphaeridium ramusculosum* (Fig. 4.6), *Dictyotidium variatum* (Fig. 4.4) y *Verybichium* sp. La asociación AL2, proviene del sector superior del perfil y se caracteriza por una disminución de la biodiversidad y un predominio de elementos continentales como esporas (*Retusotriletes* sp., Fig. 4.8) y microfitorplancton de agua dulce y salobre (*Quadrisporites* sp., Fig. 4.7) incluyendo restos de fitoclastos, mientras que los acritarcos (*Ammonidium garrasinoi*, Fig. 4.1) y quitinozoos son raros o están ausentes.

Los componentes de la AL1 permiten definir para la misma una edad Lochkoviano *s.l.*, considerando que no hay especies restringidas al Silúrico tardío, mientras que en la AL2, la aparición de *Dibolisporites farraginis* (Fig. 4.2) sugiere una edad Eifeliano tardío a Givetiano (Devónico Medio). La presencia de la diamictita suprayacente a AL2 datada como Pennsylvaniano (di Pasquo y Vergel, 2008) refuerza la edad asignada. Vergel *et al.* (2008 a) indican una edad Devónico tardío a Mississippiano tardío al hiato de esta sección.

Abra Azul

Noetinger (2011) y Noetinger *et al.* (2015) analizaron los datos procedentes de este sector del Devónico que incluye palinomorfos, braquiópodos (*Australospirifer antarcticus*, *Proboscidina arcei*, *Australoecelia tourtelotti*, *Notiochonetes falklandica*) y trazas fósiles que fueron asignados a niveles de la Formación Pescado.

La palinoflora incluye esporas trilete (*Acinosporites lindlarensis* var. *minor*, *Ambitisporites avitus/dilutus* morphon, *Apiculiretusispora brandtii* (Fig. 4.10), *Apiculiretusispora plicata*, *Archaeozonotriletes chulus* var. *chulus*, *Cymbosporites senex*, *Dibolisporites bullatus*, *Dibolisporites nodosus* (Fig. 4.11), *Dibolisporites quebencensis* (Fig. 4.12), *Dictyotriletes emsiensis* morphon (Fig. 4.13), *Leiotriletes* sp., *Retusotriletes albarinii*, *Retusotriletes maculatus*, cf. *Streelispora granulata*, *Synorisporites papillensis*); criptosporas (*Cymbobilates* sp. cf. *C. comptulus*, *Dyadospora murusattenuata*, *Gneudnaspora divellomedia* var. *minor*, *Tetrahedraletes medinensis*); acritarcos (*Verybichium lairdii* group, *Verybichium trispinosum* group); clorofitas (*Quadrisporites granulatus*, *Quadrisporites variabilis*) y quitinozoos (*Angochitina* sp. A, en Noetinger y di Pasquo, 2013, Fig. 4.9). Según los trabajos de Noetinger (2011) y Noetinger *et al.* (2016) la distribución estratigráfica de estos palinomorfos sugiere una edad Lochkoviano tardío a Pragiano – Emsiano temprano, aunque la co-ocurrencia con los braquiópodos identificados, limita la edad de los niveles a un Pragiano tardío y Emsiano temprano.

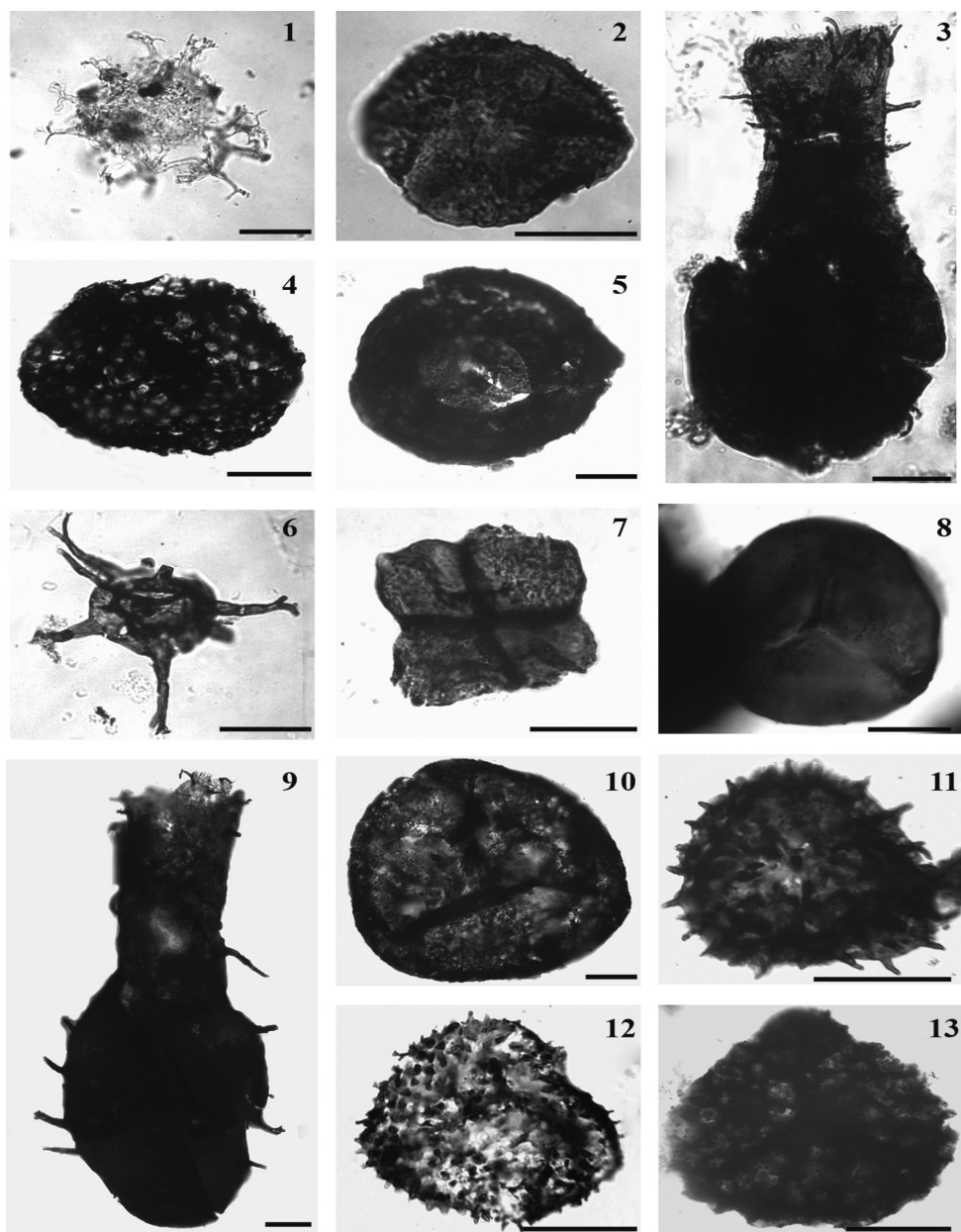


Figura 4. Palinomorfos del Devónico. 1–8: Abra Límite. 9–13: Abra Azul. Escala: 20 μm . / **Figure 4.** Devonian palynomorphs. 1–8: from Abra Límite. 9–13: from Abra Azul. Scale: 20 μm . 1. *Ammonidium garrasinoi*, 2. *Dibolisporites farraginis*, 3. *Angochitina filosa*, 4. *Dictyotidium variatum*, 5. *Hoegisphaera* sp. cf. *H. glabra*, 6. *Multiplicisphaeridium ramulosum*, 7. *Quadrisporites granulatus*, 8. *Retusotriletes* sp., 9. *Angochitina* sp., 10. *Apiculiretusispora brandtii*, 11. *Dibolisporites? nodosus*, 12. *Dibolisporites quebecensis*, 13. *Dictyotriletes emsiensis* morphon.

Carbonífero

El Carbonífero fue identificado en afloramientos ubicados en el norte de la Sierra de Zenta, en la sección ubicada entre Abra Límite y Abra Rocío y además en la localidad de Abra Blanca que cuenta con muy escasos datos palinológicos (Vergel *et al.*, 2008 a, b). Los palinomorfos carboníferos son ilustrados en la figura 5.

Abra Límite - Abra Rocío

Los niveles del Pennsylvaniano que fueron identificados y estudiados por di Pasquo y Vergel (2008) y di Pasquo *et al.* (2011), se encuentran ubicados en una sección extendida entre Abra Límite y Abra Rocío, en afloramientos que corresponden a la Formación Tarija, en el sector más austral de la Cuenca Tarija. Allí se identificaron esporas: *Cristatisporites chacoparanensis* (Fig. 5.1), *Cristatisporites scabiosus*, *Cristatisporites stellatus* (Fig. 5.8), *Cristatisporites menendezii*, *Stenozonotriletes menendezii*, *Vallatisporites arcuatus* (Fig. 5.9), *Granulatisporites varigranifer* (Fig. 5.6), *Endosporites zonalis*, *Leiotriletes tenuis* (Fig. 5.3), *Retusotriletes anfractus* (Fig. 5.2), *Raistrickia accinta*, *Velamispories australiensis* (Fig. 5.11), *Apiculispories variornatus* (Fig. 5.10) junto a varias especies de los géneros *Punctatisporites*, *Calamospora* y *Leiotriletes*. Además se identificaron granos de polen monosacado: *Potonieisporites novicus*, *Potonieisporites lelei* (Fig. 5.7), *Potonieisporites magnus* (Fig. 5.4), *Divarisaccus stringoplicatus* (Fig. 5.5) y *Plicatipollenites malabarensis*. Las características de la asociación polínica y distribución estratigráfica de los taxones indicaría que se corresponden con la Biozona de *Dictyotriletes bireticulatus* - *Cristatisporites chacoparanensis* (BC) de la Cuenca Tarija (di Pasquo, 2003), asignada al Carbonífero Tardío medio (Pennsylvaniano, Moscoviano). Esta asignación estaría sustentada por el registro de formas exclusivas de la biozona (*Raistrickia accinta*, *Endosporites zonalis*, *Velamispories australiensis* y *Cristatisporites chacoparanaensis*), además de la presencia de especies comunes que se reconocen en las diferentes secciones como *Cristatisporites stellatus*, *Velamispories australiensis* y *Granulatisporites varigranifer*.

Abra Blanca

En niveles aflorantes en cercanía de la localidad de Abra Blanca, Vergel *et al.* (2008 a,b) estudiaron una microflora cuya principal composición es de granos de polen monosacados y esporas triletes que permitieron asignar una edad pennsylvaniana. Estas microfloras contienen especies que fueron comparadas con las de otras localidades de la Cuenca Tarija, tanto del norte de Argentina y del sur de Bolivia, como de otras cuencas neopaleozoicas de Argentina y Brasil. Estas autoras confirman la existencia de la discordancia Devónico - Carbonífero en la región, a la vez que establecen que el hiato abarca por lo menos el lapso de tiempo desde el Devónico tardío hasta el Mississippiano tardío (di Pasquo *et al.*, 2011).

Evolución paleoambiental de la Sierra de Zenta

Los datos de palinomorfos revisados fueron utilizados para realizar un análisis de la evolución paleoambiental para la Sierra de Zenta desde el Ordovícico hasta el Carbonífero (Fig. 6).

Durante el Ordovícico la región de la Cuenca Andina Central se ubicaba en el margen gondwánico occidental y en paleolatitudes intermedias, a partir de lo cual se reconocen extensos depósitos de plataforma con importantes variaciones litológicas laterales como resultado de los diversos paleoambientes y restricciones a nivel local (Astini, 2003). Para la región de Zenta la sedimentación habría sido sobre el flanco oriental de la prolongación norte del Cratógeno Central Argentino, donde se ha inferido una restricción ambiental que caracterizaba la vida en la plataforma con aguas someras (Aceñolaza *et al.*, 2001).

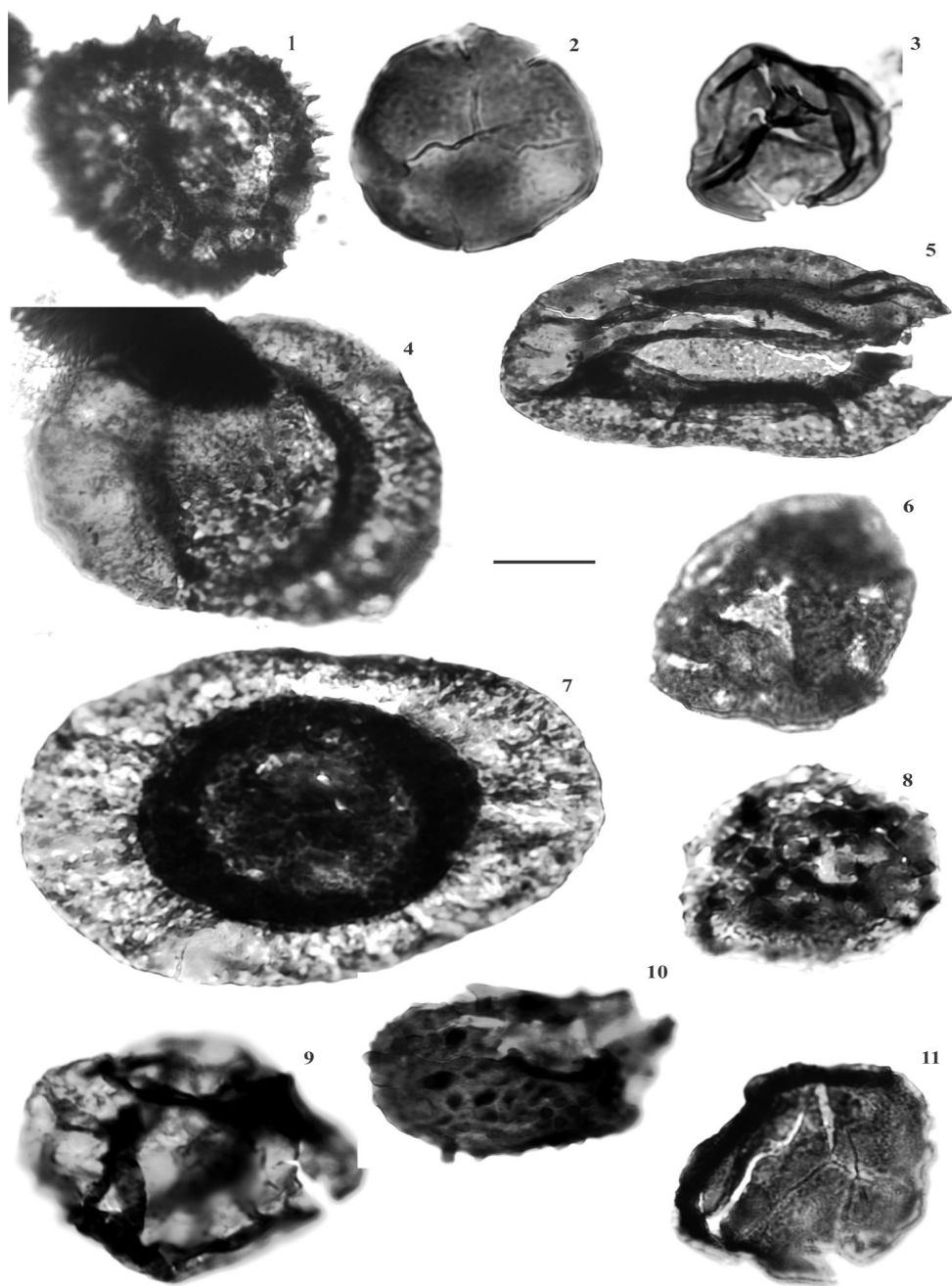


Figura 5. Palinomorfos del Carbonífero. Escala: 30 μm / **Figure 5.** Carboniferous palynomorphs. Scale: 30 μm . 1. *Cristatisporites chacoparanensis*, 2. *Retusotriletes anfractus*, 3. *Leiotriletes tenuis*, 4. *Potonesporites magnus*, 5. *Divarisaccus stringoplicatus*, 6. *Granulatisporites varigranifer*, 7. *Potonesporites lelei*, 8. *Cristatisporites stellatus*, 9. *Vallatisporites arcuatus*, 10. *Apiculatisporites variornatus*, 11. *Velamisporites australiensis*.

CRONOLOGÍA		LITOESTRATIGRAFÍA			LOCALIDADES ESTUDIADAS						
Periodo	Piso	Cuenca	Supersecuencias	Cordillera Oriental / Sierras Subandinas	A	B	C	D	E	F	
Pennsylvaniano	Gzheliano	Tarija	Grupo Mandiyutí	Escarpment?							
	Kasimoviano		Grupo Machareti	Tarija							
	Moscoviano			Itacuamí							
	Bashkiriano										
Mississippiano	Serpukhoviano										
	Viseano										
	Tournaisiano										
DEVÓNICO	Fammeniano		Andina Central	Aguaragüe	Los Monos			AL 2			
	Frasniano				Las Pavas	Cerro Piedras					
	Givetiano			Cinco Picachos	Pescado				AA		
	Eifeliano	Porongal						AL 1			
	Emsiano	Baritú						A2			
	SILÚRICO	Pridoliano			Lipeón				A1		
		Ludloviano									
		Wenlockiano									
Llandoveryano											
ORDOVÍCICO	Hirnantiano		Caspalá								
	Katiano										
	Sanbdiano		Capillas			ASZ5					
	Darriwiliano		Labrado			ASZ3					
	Dapingiano		Acoite	Zanjón		ASZ2	ASZ4				
	Floiano										
	Tremadociano			Santa Rosita		ASZ1					

Figura 6. Cuadro con la litoestratigrafía y localidades con las asociaciones mencionadas en el texto. / **Figure 6.** Table with the lithostratigraphy and localities with the associations mentioned in the text. **A.** Abra de Zenta, **B.** Abra Buey – Laguna Verde, **C.** Abra Limite, **D.** Abra Azul, **E.** Abra Limite - Abra Rocío, **F.** Abra Blanca.

En general, la mayoría de los modelos de distribución para el Paleozoico temprano asumen que al igual que el fitoplancton moderno, los acritarcos muestran una correlación directa entre su diversidad y morfología con los paleoambientes en que vivían, aunque en algunos casos consideran que a lo largo de una transecta *onsbore - offsbore*, la más alta diversidad de acritarcos se encuentra en ambientes de plataforma externa, mientras que las asociaciones de microfitoplancton de plataforma interna y ambientes de cuenca profunda se caracterizan por una diversidad reducida y dominio de formas simples o esferomorfas. No obstante, hay especies que muestran limitaciones en paleoambientes específicos que no pueden dejar de ser consideradas (Vecoli, 2000, 2004; Tongiorgi *et al.*, 2003).

Las características paleogeográficas y paleoambientales repercutieron en las biotas presentes que muestran diferencias según la ubicación geográfica de las localidades estudiadas y que, en el caso de las microfloras son muy marcadas, por lo cual las correlaciones de las mismas en la Sierra de Zenta, no siempre fueron posibles.

El Abra de Zenta es una sección que fue interpretada como un ambiente restringido de plataforma mostrando una somerización hacia el sector medio, donde se encuentran niveles de coquinas producto de eventos tempestíticos. Incluyen invertebrados e “icnofacies de *Cruziana*”, cercanas a niveles arenosos con óndulas indicando zonas con energía baja a media, y donde se observa una posterior profundización (Aceñolaza *et al.*, 2003). Las microfloras en esta sección son en general de baja diversidad, con un dominio de formas simples (*Sabaridia*), pequeñas (*Micrhystridium*), o sensibles a las condiciones paleoambientales (*Acanthodiacrodiium angustum*), mientras que las criptosporas sugieren en conjunto, paleoambientes proximales, relativamente someros, cercanos al continente o zonas costeras. Estos datos serían concordantes con los obtenidos de la sedimentología y los microfósiles presentes.

La sección que aflora en Laguna Verde ha sido interpretado como depositado en un ambiente de plataforma externa con una somerización hacia la parte superior del mismo, evidenciada por el aumento de los niveles de granulometrías más gruesas. Además, la presencia de trazas de tipo penetrativas (*Skolithos*) en las areniscas más gruesas y coquinas con restos de braquiópodos, especialmente en la parte superior del perfil, sugiere también una somerización y paleoambientes de mayor energía. Los palinomorfos muestran una disminución en cantidad y diversidad y las proporciones de criptosporas y quitinozoos son menores con respecto a los acritarcos.

En estos niveles, la presencia del conodonte *Erraticodon* presenta afinidades con la Provincia Australiana y apoya la hipótesis de que durante el Ordovícico el noroeste de Argentina estaba localizado en latitudes medias a altas e incluía faunas de aguas frías (Carlorosi y Heredia, 2013). Asimismo otras formas registradas en Laguna Verde: *Baltoniodus triangularis*, *Baltoniodus* cf. *B. triangularis* y *Trapezognathus diprion* indicarían la presencia de corrientes con faunas de conodontes provenientes de Báltica, también de aguas frías (Bergström, 1990; Bagnoli y Stouge, 1991).

Para los niveles silúricos de Abra Límite, las asociaciones palinológicas y los datos sedimentológicos de las secciones, determinan un paleoambiente de deposición marino de plataforma bajo condiciones euxínicas, que se infieren por la presencia de piritita framboidal en la exina de los palinomorfos. Un aporte continental estaría indicado por las criptosporas y esporas triletes halladas. La existencia de palinomorfos ordovícicos retrabajados en los niveles silúricos y del conglomerado con nódulos ferruginosos entre los paquetes pelíticos – arenosos, sería el reflejo de variaciones en el nivel del mar relacionadas a los eventos de transgresión y regresión ocurridos durante el Llandoveryano y Ludlowiano (di Pasquo *et al.*, 2010, 2011).

La evolución paleoambiental del Devónico en la porción sur de la Cuenca de Tarija, en los afloramientos de Sierra de Zenta muestra algunas variaciones analizadas por Noetinger (2011). Para el Abra Límite, Noetinger y di Pasquo (2010) describen los niveles lochkovianos re-

presentados por una asociación compuesta principalmente por elementos marinos con una alta proporción de material orgánico amorfo, lo cual sugiere un depocentro marino de plataforma para la Formación Baritú en este sector. Mientras que para el Abra Azul, la información palinológica, palinofacial conjuntamente con los datos de braquiópodos y trazas fósiles presentes, sugieren que durante el Pragiano se desarrolló un ambiente marino con una somerización hacia el tope de la sección, en donde la conexión marina parece estar restringida basado en los acritarcos que sustentan ambientes marinos euxínicos, acorde a las trazas de pirita que tienen algunos ejemplares. La tendencia regresiva es indicada por la desaparición de palinomorfos marinos y aporte de fitoclastos junto a altas proporciones de esporas y criptosporas que indicarían aporte de zonas continentales. La fase de contracción de cuenca propuesta por Alvarez *et al.* (2003) durante el Pragiano y Emsiano, es evidenciada por la presencia de cuerpos de arena y el aumento en el suministro de componentes terrígenos (alta concentración de fitoclastos, criptosporas y esporas) hacia el tope de la sección.

Di Pasquo y Vergel (2008) reconocen en la Sierra de Zenta localidades (Abra Límite – Abra Rocío, Abra Blanca) con unidades del Pennsylvaniano que son consideradas dentro del sector más austral de la Cuenca Tarija. El paquete de diamictitas de la Formación Tarija brindó una asociación palinológica comparable a las microfloras de otras localidades de la Cuenca Tarija en el norte de Argentina y sur de Bolivia y otras cuencas neopaleozoicas de Argentina y Brasil (*Cristatisporites stellatus*, *Granulatisporifer varigranifer*) que se presenta con una pobre preservación y variables grados de carbonización (di Pasquo *et al.*, 2011).

Estos trabajos realizados sobre las microfloras del intervalo Ordovícico – Pennsylvaniano de la Sierra de Zenta documentan variaciones en su composición con respecto a asociaciones correlativas identificadas en otras localidades del noroeste de Argentina (Volkheimer *et al.*, 1980; Ottone *et al.*, 1992, 1995; Rubinstein *et al.*, 1999, 2007; di Pasquo, 2003, 2007 a, b, 2009; del Papa y di Pasquo, 2007; di Pasquo y Noetinger, 2008 a, b; Noetinger, 2011; Noetinger y di Pasquo, 2011; De la Puente y Rubinstein, 2013; di Pasquo *et al.*, 2015). Estas diferencias composicionales y palinofaciales, permiten corroborar la idea de que hubo importantes cambios paleoambientales a nivel local durante la depositación de las sucesiones en todos los niveles estudiados. La integración de los datos palinológicos, de invertebrados y trazas fósiles obtenidos en conjunto con la evidencia sedimentológica apoyan en general, una depositación en ambientes marinos de plataforma restringidos, con continuas variaciones del nivel del mar e indicios de una mayor oxigenación, aportes de origen terrestre y alternancia con depocentros de mayor profundidad e influencia de corrientes entre el Ordovícico temprano y el Devónico. En las secciones analizadas pudo evidenciarse un hiato en la sedimentación que abarca el Devónico tardío y el Missisippiano. A partir del Pennsylvaniano se evidencia la sedimentación continental influenciada por eventos de glaciación - deglaciación entre las formaciones Tarija y Escarpment caracterizadas por sucesiones de fangolitas y diamictitas de matriz fina arcillolimosa (con clastos estriados y angulosos), heterolitas y areniscas finas a gruesas (Schulz *et al.*, 1999; Azcuy y di Pasquo, 2000; Starck y del Papa, 2006).

Conclusiones

Una marcada diversidad de microfósiles de paredes orgánicas (acritarcos, quitinozoos, algas prasinofíceas, criptosporas, esporas y granos de polen) ocurre en las secuencias paleozoicas de la Sierra de Zenta. El análisis de los diferentes grupos palinológicos, su distribución temporal y la comparación con microfloras de otras localidades del resto del mundo, permitió

establecer correlaciones parciales con biozonas definidas, sustentadas por especies diagnósticas (Aráoz, 2009 a; Noetinger, 2011). En general, las asociaciones identificadas en la Sierra de Zenta, contienen una baja presencia de formas diagnósticas gondwánicas, por lo que las correlaciones son dificultosas y parciales, pero sugieren un endemismo tanto para los tiempos ordovícicos como devónicos temprano a medio (Aráoz, 2009 a; Noetinger, 2011). Las asociaciones palinológicas del Pennsylvaniano (Biozona BC en di Pasquo, 2003) en cambio, contienen especies comunes a otras floras de la Cuenca Tarija caracterizadas por helechos, licofitas, esfenofitas (esporas), coniferales y cordaitales (granos de polen monosaccado) y permiten extender su registro al extremo sudoccidental de la cuenca.

El análisis de toda la información palinológica disponible para los niveles paleozoicos de la Sierra de Zenta, en conjunto con el resto de los grupos fósiles y los estudios sedimentológicos, permitió lograr una visión más amplia e integradora de los eventos bioestratigráficos ocurridos, como del marco paleoambiental local y paleobiogeográfico en el cual se desarrolla.

Agradecimientos

Se agradece a las instituciones INSUGEO, MACN, CICYTTP donde fueron desarrolladas las tareas de laboratorio y gabinete, y al INSUGEO por permitir el uso de vehículos para la realización de las diferentes campañas. El presente trabajo fue realizado en el marco del proyecto de CONICET, PIP N° 1522012010018.

Apéndice de especies mencionadas en orden alfabético según diferentes grupos fosilíferos

Acritarcos

- Acanthodiacrodiium angustum* (Downie 1958) Combaz 1967
- Acanthodiacrodiium crassus* (Loeblich y Tappan 1978) Vecoli 1999
- Acanthodiacrodiium spinum* Rasul 1979
- Acanthodiacrodiium ubui* Martin 1969
- Acanthodiacrodiium* spp.
- Adorfia hoffmanensis* (Cramer, Allan, Kanes y Díez 1974) Ottone en Ottone, Toro y Waisfeld 1992
- Ammonidium garrasinoi* Ottone 1996
- cf. *Arkonion* sp.
- Aureotesta* sp.
- Balthisphaeridium coolibabense* Playford y Wicander 1988
- Balthisphaeridium fragile* Tongiorgi, Yin, Di Milia 1995
- Balthisphaeridium omnivagum* Playford y Wicander 1988
- Balthisphaeridium* sp. cf. *B. crinitum* Martin 1978
- Balthisphaeridium* sp. 1
- Barakella felix* Cramer y Díez 1977
- Barakella rara* (Lu 1987) Tongiorgi, Yin y Di Milia 1995
- Coryphidium bohemicum* Vavrdová 1972
- Coryphidium miladae* – *ladla* Group Rubinstein en Rubinstein, Toro y Waisfeld 1999
- Coryphidium* sp. cf. *C. elegans* Cramer, Allan, Kanes y Díez 1974
- Coryphidium* spp.
- Crassiangulina variacornuta* Wauthoz, Dorning y Le Hérisse 2003
- Cristallinium cambiense* (Slavikova 1968) Vanguetaine 1978
- Cristallinium dentatum* (Vavrdová 1976) Martin 1982
- Cristallinium ovillense* (Cramer y Díez 1972 b) Martin 1982
- Cymatogalea cuvillieri* (Deunff 1961) Deunff 1964
- Cymatogalea deniffii* Jardiné, Combaz, Magloire, Peniguel y Vachey 1974
- Cymatogalea granulata* Vavrdová 1966

- Cymatogalea membranispina* Deunff 1961
Cymatogalea messaoudensis Jardiné, Combaz, Magloire, Peniguel y Vachey 1974 var. *messaoudensis* autonym.
Cymatogalea velifera (Downie 1958) Martin 1969
Cymatogalea spp.
Dactylofusa velifera (Cocchio 1982) Albani 1989 var. *brevis sensu* Albani 1989
Daydiacrodium sp. 1
Daydiacrodium spp.
Dictyotidium variatum Playford 1977
Diexalophasis denticulata Loeblich 1970
Diexalophasis remota (Deunff 1955) Playford 1977
Eisenackidium orientalis Rubinstein en Rubinstein, Toro y Waisfeld 1999
Eisenackidium sp.1
Eliasium llaniscum Fombella 1977
Ericanthea pollicipes Cramer y Díez 1977
Eupoikilofusa striatogranulata Vavrdová 1989
Eupoikilofusa sp. 1
Eupoikilofusa spp.
Ferromia pellita (Martin 1975) Martin 1996
Goniosphaeridium sp. cf. *G. uncinatum* (Downie 1958) Kjellstrom 1971
Leiofusa banderillae Cramer 1964
Leiofusa fusiformis (Eisenack 1934) Eisenack 1938
Leiofusa tumida Downie 1959
Leiofusa spp.
Micrhystridium spp.
Multiplisphaeridium ramusculosum Deunff 1976
?Multiplisphaeridium robertinum (Cramer 1964) Lister 1970
Multiplisphaeridium spp.
Onondagaella asymmetrica (Deunff 1954) Cramer 1966
Petaloferidium bulliferum Yin, Di Milia y Tongiorgi 1998
Picostella turgida Yin, Di Milia y Tongiorgi 1998
 cf. *Picostella* sp. 1
Pirea sp. cf. *P. colliformis* (Burmam 1970) Eisenack, Cramer y Díez 1976
Pirea sp. cf. *P. ornata* (Burmam 1970) Eisenack, Cramer y Díez 1976
Polygonium dentatum (Timofeev 1959 ex Konzalová-Mazancová 1969) Albani 1989
Polygonium gracile Vavrdová 1966
Polygonium spp.
Poikilofusa spp.
Priscogalea sp.
Sabaridia downieii Combaz 1967
Sabaridia fragilis (Downie 1958) Combaz 1967
Stellechinatum uncinatum (Downie 1958) Molyneux 1987
Stellechinatum sp. 1
Stelliferidium stelligerum (Górka 1967) Deunff, Górka y Rauscher 1974
Stelliferidium striatulum (Vavrdová 1966) Deunff, Górka y Rauscher 1974
Stelliferidium sp.
Striatotheca principalis Burmann 1970
Striatotheca rugosa Tongiorgi, Yin, Di Milia 1995
Striatotheca sp. cf. *S. transformata* Burmann 1970
Striatotheca spp.
Synsphaeridium sp.
Tectithea additionalis Burmann 1968
Tectithea sp. cf. *T. additionalis* Burmann 1968
Tectithea valida Burmann 1968
Vavrdovella areniga (Vavrdová 1973) Loeblich y Tappan 1976
Verybadium downiei Stockmans y Williére 1962
Verybadium lairdii group Servais, Vecoli, Li, Molyneux, Raevskaya y Rubinstein 2007
Verybadium minutum Downie 1959
Verybadium rhomboidium (Downie 1959) Turner 1984
Verybadium symmetricum (Lu 1987) Tongiorgi, Yin y Di Milia 1995

Verybachiium trispinosum group Servais, Vecoli, Li, Molyneux, Raevskaya y Rubinstein 2007

Verybachiium valiente Cramer 1964

Verybachiium sp.

Vulcanisphaera africana (Deunff 1961) Rasul 1976

Vulcanisphaera britannica Rasul 1976

Vulcanisphaera tuberata (Downie 1958) Eisenack, Cramer y Díez Rodríguez 1973

Vulcanisphaera turbata Martin 1982

Clorofitas

Quadrisporites granulatus (Cramer 1966 b) Cramer y Díez 1972 a

Quadrisporites variabilis (Cramer 1966 b) Ottone y Rosello 1996

Prasinofitas

Cymatiosphaera spp.

Leiosphaeridia spp.

Pterospermella colbathii Vavrdová 1990

Pterospermella spp.

Esporas

Acinosporites lindlarensis Riegel 1968 var. *minor* McGregor y Camfield 1976

Ambitisporites avitus/dilutus morphon Steemans, Le Hérisse y Bozdogan 1996

Amicosporites sp.

Apiculiretusispora brandtii Streel 1964

Apiculiretusispora plicata (Allen 1965) Streel 1967

Archaeozonotriteles obulus (Cramer 1966) Richardson y Lister var. *obulus* Richardson y Lister 1969

Apiculisporus variornatus di Pasquo, Azcuy y Souza 2003

Calamospora sp.

Cheilotetrus sp.

Cristatisporites chacoparanensis Ottone 1989

Cristatisporites menendezii (Menéndez y Azcuy 1972) Playford 1978

Cristatisporites scabiosus Menéndez 1971

Cristatisporites stellatus (Azcuy 1975) Gutiérrez y Limarino 2001

Cymbosporites senex McGregor y Camfield 1976

Dibolisporites bullatus (Allen 1965) Riegel 1973

Dibolisporites farruginis McGregor y Camfield 1976

Dibolisporites nodosus Turnau 1986

Dibolisporites quebecensis McGregor 1973

Dictyotriteles emsiensis morphon Rubinstein, Melo y Steemans 2005

Endosporites zonalis (Loose 1934) Knox 1950

Granulatisporites varigranifer Menéndez y Azcuy 1971

Imperfectotriteles sp.

Leiotriteles tennis Azcuy 1975

Leiotriteles sp.

Punctatisporites sp.

Raistrickia accinta Playford y Helby 1968

Retusotriteles albarinii Di Pasquo y Noetinger 2008 a

Retusotriteles anfractus Menéndez y Azcuy 1969

Retusotriteles maculatus McGregor y Camfield 1976

Retusotriteles sp.

cf. *Streelisporea granulata* en McGregor 1984

Stenozonotriteles menendezii Azcuy 1975

Synorisporites papillensis McGregor 1973

Vallatisporites arcuatus (Marques-Toigo 1974) Archangelsky y Gamero 1979

Velamisporites australiensis (Playford y Helby 1968) di Pasquo, Azcuy y Souza 2003

Criptosporas

Cymbobolates sp. cf. *C. comptulus* Breuer, Al-Ghazi, Al-Ruwaili, Higgs, Steemans y Wellman 2007

Dyadospora murusattenuata morphon Strother y Traverse 1979 *sensu* Steemans Le Hérisse y Bozdogan 1996

Gneudnasporea divellomedia (Tchibrikova) Balme 1988 var. *minor* Breuer, Al-Ghazi, Al-Ruwaili, Higgs, Steemans y Wellman 2007

Tetrahedraletes medinensis (Ströther y Traverse 1979) Wellman y Richardson 1993

Granos de polen monosacado

Divarisaccus stringoplicatus Ottone 1991

Potonieisporites lelei Maheshwari 1967

Potonieisporites magnus Lele y Karim 1971

Potonieisporites novicus Bhardwaj 1954

Plicatipollenites malabarensis (Potonié y Sah 1961) Foster 1975

Quitinozoos

Angochitina ohlupaci Paris y Laufeld 1981 en Paris, Laufeld y Chlupáè 1981

Angochitina sinica Cramer 1970

Angochitina filosa Eisenack 1955

Angochitina sp. cf. *A. filosa* Eisenack 1955

Angochitina sp. A en Noetinger y di Pasquo 2013

Ancyrochitina fragilis Eisenack 1955

Ancyrochitina sp. cf. *A. tomentosa* Taugourdeau y de Jekhowsky 1960

Cingulochitina serrata Taugourdeau y de Jekhowsky 1960

Conochitina pachycephala Eisenack 1964

Conochitina sp.

Desmochitina phaerica Taugourdeau y Jekhowsky 1960

Duvernaysphaera sp. cf. *D. blanca* Pöthe de Baldís 1974

Euconochitina paschaensis de la Puente y Rubinstein 2009

Euconochitina sp.

Eremochitina baculata Taugourdeau y de Jekhowsky 1960

Eremochitina sp.

Eisenackitina sp. cf. *E. bohémica* Eisenack 1934

Hoegisphaera sp. cf. *H. glabra* Staplin 1961

Lagenochitina sp.

Margachitina sp. cf. *M. saretensis* Boumendjel 2002

Ramochitina sp.

Tanuchitina sp. cf. *fistulosa* Taugourdeau y de Jekhowsky 1960

Conodontes

Erraticodon patu Cooper 1981

Baltoniodus triangularis (Lindström 1955)

Baltoniodus cf. *B. triangularis* (Lindström 1955)

Trapezognathus diprion (Lindström 1955)

Braquiópodos

Australospirifer antarcticus Morris y Sharpe 1846

Proboscidina arcei Ulrich 1892

Australocoelia tourtelotti Boucot y Gill 1956

Notiochonetes falklandica Morris y Sharpe 1846

Graptolites

Baltograptus Maletz 1994

Didymograptus McCoy en Sedgwick y McCoy 1851

Expansograptus Bouček y Přibyl 1952

Tetragraptus Salter 1863

Trilobite

Thysanopyge Kayser 1898

Trazas

Cruziana d'Orbigny 1842

Lockeia James 1879

Monomorphichnus Crimes 1970

Skolithos Haldemann 1840

Referencias

- Aceñolaza, G.F. y Aceñolaza, F.G. 2007. Bivalvian trace fossils of the Labrado Formation (Lower Ordovician) from Zenta Range (Jujuy province): preservational controls of some push-and-pull deposit-feeder traces. *V Reunión Argentina de Icnología y Tercera Reunión de Icnología del Mercosur*. Laboratorio de Geología Andina, CADIC / CONICET, Ushuaia, 17.
- Aceñolaza, G.F. y Heredia, S. 2008. The status of the *Cruziana* (Trilobite trace fossil) stratigraphy in Western Gondwana: The mixing of Lower and Upper Ordovician Elements in the Central Andean Basin of South America. *Cuadernos del Museo Geominero*, 9: 13 – 17. Madrid, España.
- Aceñolaza, G.F. y Milana, J.P. 2005. Remarkable *Cruziana* beds in the Lower Ordovician of the Cordillera Oriental, NW Argentina. *Ameghiniana*, 42: 633-637.
- Aceñolaza, G.F., Heredia, S. y Carlorosi, J. 2015. Chronostratigraphy and significance of the Rugosa Group (*Cruziana*, trace fossil) in the Ordovician strata of the South American Central Andean Basin. *Comptes Rendus Palevol*, 14: 85-93.
- Aceñolaza, G.F., Tortello, M.F., Vergel, M.d.M. y Araújo, L. 2001. Icnofósiles, trilobites y acritarcos de la Formación Santa Rosita aflorante en la región del Abra de Zenta (provincias Salta y Jujuy). *Cuarta Reunión Argentina de Icnología y Segunda Reunión de Icnología del Mercosur*. (Tucumán), Resúmenes: 22.
- Aceñolaza, G.F., Araújo, L., Vergel, M.d.M., Tortello, M.F. y Nieva, S.M. 2003. Paleontology and biostratigraphy of the Lower Ordovician strata cropping out at the Abra de Zenta (Cordillera Oriental, Jujuy and Salta provinces), NW Argentina. En: Albanesi G.L., Beresi, M.S. y Peralta, S.H.(Eds.), *Ordovician from the Andes*, Serie Correlación Geológica, 17: 23-28.
- Álvarez, L.A., Dalenz Farjat, A., Hernández, R.M. y Albariño, L.M. 2003. Integración de facies y biofacies en un análisis secuencial en plataformas clásticas devónicas del sur de Bolivia y noroeste Argentino. *Revista de la Asociación Argentina de Sedimentología*, 10 (2): 103-121.
- Araújo, L. 2002. [Palinología de los niveles inferiores de la Formación Santa Rosita, en el Abra de Zenta, Provincias de Salta y Jujuy, República Argentina. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Tucumán, Argentina, 189 pp. Seminario Inédito].
- Araújo, L. 2009 a. [Estudios microfiorísticos del Ordovícico de la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. Tesis Doctoral Inédita. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Tucumán, Argentina, 364 pp. Inédito].
- Araújo, L. 2009 b. Microfloras ordovícicas en Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. *Temas de Paleontología I, Serie Correlación Geológica*, 25: 37-94.
- Araújo, L. y Aceñolaza, G.F. 2004. Primeros registros palinológicos para el Tremadociano Superior de la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. *XI Reuniao de Paleobotanicos e Palinólogos*. (Gramado, Brasil), Boletim de Resumos: 9.
- Araújo, L. y Vergel, M.d.M. 2001. Acritarcos del Ordovícico Inferior (Formación Santa Rosita) en el Abra de Zenta, Cordillera Oriental, Argentina. *V Jornadas de Comunicaciones. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo*, Serie Monográfica y Didáctica, 41: 55.
- Araújo, L., Vergel, M.M. y Aceñolaza, G. 2015. Palynomorphs associated fauna and correlation of the Ordovician sequence of Zenta Range (Cordillera Oriental of Argentina). *XVI Simposio de Paleobotánica y Palinología*, (La Plata), Resúmenes: 30.
- Araújo, L., Aceñolaza, G., Vergel, M.d.M., Heredia, S., Tortello, F. y Milana, J.P. 2008. El ordovícico del sector central de la Sierra de Zenta (Sistema Interandino de las Provincias de Jujuy y Salta): cronoestratigrafía y correlación. *XVII Congreso Geológico Argentino*. (San Salvador de Jujuy, Argentina), Actas: 339.
- Astini, R.A. 2003. *The Ordovician Proto-Andean basins*. En: Benedetto, J.L. (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina*. Secretaría de Ciencias y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, pp. 1-74.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el Cambro - Ordovícico. En: Coira, B., Zappettini, E.O. (Eds.), *17º Congreso Geológico Argentino: Geología y Recursos Naturales de Jujuy*, Relatorio, pp. 50-73.
- Azcuy, C.L. y di Pasquo, M.M. 2000. Carbonífero y Pérmico de las Sierras Subandinas, Cordillera Oriental y Puna. En: R. Caminos (Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29: 239-260.
- Bagnoli, G. y Stouge, S. 1991. Paleogeographic distribution of Arenigian (Lower Ordovician) conodonts. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 63 (2): 171-183.
- Bergström, S.M. 1990. Relations between conodont provincialism and de changing palaeogeography during the Early Paleozoic. En: McKerrow, W.S. y Scotese, C.R. (eds.): *Paleozoic Palaeogeography and Biogeographic*. Geological Society of America Memoir, 12: 105- 121.
- Carlorosi, J. y Heredia, S. 2013. The ordovician conodont *Trapezognathus* Lindström, 1955 in the Andean Basin, Argentina. *N. Jb. Geol. Paläont., Abb*, 267: 309-321.
- De la Puente, S. y Rubinstein, C.V. 2013. Ordovician chitinozoans and marine phytoplankton of Central Andean Basin, northwestern Argentina: A biostratigraphic and paleobiogeographic approach. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 198: 1-162.

- del Papa, C. y di Pasquo, M.M. 2007. Palaeoenvironmental interpretation and palynology of outcrop and subsurface sections of the Tarija Formation (Upper Carboniferous), Northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 23: 99-119.
- di Pasquo, M.M. 2003. Avances sobre palinología, bioestratigrafía y correlación de las asociaciones presentes en los Grupos Machareti y Mandiyuti, Neopaleozoico de la Cuenca Tarija, provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 40 (1): 3-32.
- di Pasquo, M.M. 2007 a. Asociaciones palinológicas presentes en las Formaciones Los Monos (Devónico) e Itacua (Carbonífero Inferior) en el perfil de Balapuca, sur de Bolivia. Parte 1. Formación Los Monos. *Revista Geológica de Chile*, 34 (1): 98-137.
- di Pasquo, M.M. 2007 b. Update and importance of the Carboniferous and Permian paleontological records of the Tarija Basin. En: E. Díaz-Martínez, I. Rábano (eds.), *4^o European Meeting on Paleontology and Stratigraphy of Latin American* (Madrid, <http://www.igme.es/4empsla>), Instituto Geológico y Minero de España, Serie Cuadernos del Museo Geominero (Madrid) N° 8: 107-112.
- di Pasquo, M.M. 2009. Primer registro de megaflores y palinología en estratos de la Formación Tarija (Pennsylvaniano), Arroyo Aguas Blancas, Provincia de Salta, Argentina. Descripción de dos especies nuevas. *Andean Geology*, 36 (1): 95-123.
- di Pasquo, M.M. y Noetinger, S. 2008 a. First record of Early Devonian (Lochkovian) flora from the Santa Rosa Formation - Alarache, Southern Bolivia. *Geologica Acta*, 6 (2): 1-21.
- di Pasquo, M.M. y Noetinger, S. 2008 b. Resultados preliminares del análisis palinológico del Pozo San Antonio X-1 (Salta) entre 2544 y 1293 m de profundidad. *XVII Congreso Geológico Argentino* (Jujuy), Actas 1: 347-348.
- di Pasquo, M. y Vergel, M. 2008. Primer registro palinológico del Pennsylvaniano del Norte de la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. *12^o Simposio Brasileiro de Paleobotánica y Palinología* (Florianópolis, Brasil), Boletín de resúmenes: 51.
- di Pasquo, M., Noetinger, S., Isaacson, P., Grader, G., Starck, D., Morel, E. y Anderson Fohnagy, H. 2015. Mid - Late Devonian assemblages of herbaceous lycophytes from northern Argentina and Bolivia: age assessment with palynomorphs and invertebrates and paleobiogeographic importance. *Journal of South American Earth Sciences*, 63: 70-83.
- di Pasquo, M., Vergel, M.d.M., Aceñolaza, G.F., Noetinger, S. y Aráoz, L. 2010. Nueva información palinológica de la Formación Lipeón en Abra Límite, Sierra de Zenta, Jujuy. *XIII Simpósio Brasileiro de Paleobotánica y palinología* (Salvador de Bahía, Brasil), Anais: 134-135.
- di Pasquo, M., Vergel, M.d.M., Noetinger, S., Aráoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2011. Estudios palinoestratigráficos del Paleozoico en Abra Límite, Sierra de Zenta, Provincia de Jujuy, Argentina. *XVIII Congreso Geológico Argentino, Temas Generales: Paleontología Cambios Climáticos* (Neuquén), Actas: 1470-1471.
- Heredía, S., Carlorosi, J., Aceñolaza, G. y Aceñolaza, F. 2008. El Género *Trapezognathus* (Conodonta) en el Ordovícico de la Cordillera Oriental: Implicancias Estratigráficas y Bioestratigráficas. *XVII Congreso Geológico Argentino* (Jujuy, Argentina), Actas, 1: 357.
- Manca, N., Heredia, S., Hunicken, M. y Rubinstein, C. 1995. Macrofauna, conodontes y acritarcos de la Formación Santa Rosita (Tremadociano), Nazareno, provincia de Salta, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 60 (3-4): 267-275.
- Martin, F. 1982. Some aspects of late Cambrian and early Ordovician acritarchs. En: Basset, M.G. and Dean, W.T. (Eds.), *The Cambrian - Ordovician boundary: sections, fossil distributions and correlations* (Cardiff), National Museum of Wales, Geological Series 3: 29-40.
- Moczydlowska M., Popov, L. y Stockfors, M. 2004. Upper Cambrian-Ordovician successions overlying Timanian complexes: new evidence of acritarchs and brachiopods from Kolguev Island, Arctic Russia. *Geobios*, 37: 239-251.
- Noetinger, S. 2011. [Estudios de asociaciones micro y megaflores del devónico en la porción sur de la Cuenca Tarija, noroeste argentino y sur de Bolivia: edad, correlación y ambiente de sedimentación. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Buenos Aires, 319 pp. Tesis Doctoral Inédita].
- Noetinger, S. y di Pasquo, M. 2008. First record of a Devonian palynological assemblage from the Zenta Range, Eastern Cordillera, Northwestern Argentina. *XII Simpósio de Paleobotanicos e Palinólogos* (Florianópolis, Brasil), Boletín de resúmenes: 158.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M. 2010. Palynomorphs from the Abra Límite, Zenta Range, Eastern Cordillera, Northwestern Argentina. *Revista Brasileira Paleontologia*, 13 (1): 13-20.
- Noetinger, S. y di Pasquo M.M. 2011. Devonian palynofloras of the San Antonio x-1 borehole from the Tarija Basin, northwestern Argentina. *Geologica Acta*, 9 (2): 199-216.
- Noetinger, S., di Pasquo, M., Isaacson, P., Aceñolaza, G. y Vergel, M.M. 2016. Integrated study of fauna and microflora from the Early Devonian (Pragian - Emsian) of northwestern Argentina. *Historical Biology*, 28 (7): 913-929.
- Ottone, J.C. 1999. Bioestratigrafía - Palinología. En: González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.): *Geología del Noroeste Argentino*, XIV Congreso Geológico Argentino (Salta), Relatorio, tomo I: 223-224.
- Ottone, J., Toro, B. y Waisfeld, B. 1992. Lower ordovician palynomorphs from the Acoite formation, Northwestern Argentina. *Palyology*, 16: 93-116.

- Ottone, E.G., Waisfeld, B.G. y Astini, R.A. 1995. Acritarcas del Ordovícico Temprano de la Quebrada de Chalala, Noroeste de Argentina. *Ameghiniana*, 32 (3): 237-242.
- Ramos, V. 1999. *Las provincias geológicas del territorio argentino*. En: Caminos, R. (Ed.), Geología Argentina. *Instituto de Geología y Recursos Minerales* (Buenos Aires), Anales, 29(3): 41-96.
- Rubinstein, C.V. 1997. Tremadocian acritarchs from northwestern Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 98: 41-45.
- Rubinstein, C.V. y Toro, B.A. 1999. Acritarch and graptolite biostratigraphy in the Lower Arenig of the peri-Gondwana related Eastern Cordillera, Argentina. *Acta Universitatis Carolinae – Geologica*, 43 (1/2): 255-258.
- Rubinstein, C.V., Toro, B.A. y Waisfeld, B.G. 1999. Acritarch biostratigraphy of the upper Tremadoc - Arenig of the Eastern Cordillera, northwestern Argentina: relationships with graptolite and trilobite faunas. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 38 (2-3): 267-286.
- Rubinstein, C.V., de la Puente, G.S., Toro, B.A. y Servais, T. 2007. The presence of the *messaoudensis-trifidum* acritarch assemblage (Upper Tremadocian-Floian) in the Central Andean Basin, north-western Argentina: calibration with chitinozoans and graptolite zonation. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (suppl.): 422-428.
- Schulz, A., Santiago, M., Hernández, R., Galli, C., Alvarez, L. y del Papa, C. 1999. Modelo estratigráfico del Carbonífero en el sector sur de la cuenca de Tarija. 4° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mar del Plata), Actas II: 695-704.
- Starck, D. 1996. Facies continentales en el siluro - devónico de la cuenca del Noroeste. Provincia de Salta, Argentina. *XII Congreso Geológico de Bolivia* (Tarija), Memorias: 231-238.
- Starck, D. 1999. Facies continentales en el Siluro-Devónico de la cuenca del Noroeste. Provincia de Salta, Argentina. *Boletín de Informaciones Petroleras*, 16: 99-107.
- Starck, D. y del Papa, C. 2006. The northwestern Argentina Tarija Basin – Stratigraphy, depositional systems and controlling factors in a glaciated basin. *Journal of South American Earth Sciences*, 22: 169-184.
- Tongiorgi, M., Yin, L. y Di Milia, A. 2003. Lower Yushmanian to lower Zhejiangian palynology of the Yangtze Gorges area (Daping and Huanghuachang sections), Hubei province, south China. *Palaeontographica*, Abteilung B, 266: 1-16.
- Tortello, F. y Aceñolaza, G. 2010. Trilobites tremadocianos de Abra de Zenta (Cordillera Oriental, Provincias de Jujuy y Salta). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 66 (1): 156-163.
- Vecoli, M. 2000. Palaeoenvironmental interpretation of microphytoplankton diversity trends in the Cambrian - Ordovician of the northern Sahara platform. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 160 (3-4): 329-346.
- Vecoli, M. 2004. Stratigraphic and palaeoenvironmental distribution of organic-walled microfossils in Cambrian - Ordovician transitional strata of borehole Bir Ben Tartar-1 (Tt-1; Ghadamis Basin, southern Tunisia). *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 29: 13-30.
- Vergel, M.d.M., di Pasquo, M., Aráoz, L. y Noetinger, S. 2008 a. Asociaciones palinológicas del Paleozoico en la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. *XII Simposio de Paleobotánicos e Palinólogos* (Florianópolis, Brasil), p. 227.
- Vergel, M.d.M., di Pasquo, M., Noetinger, S., Aráoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2008 b. Estudios palinoestratigráficos del Paleozoico en la Sierra de Zenta, Provincia de Jujuy, Argentina. *II Jornadas Geológicas Fundación Miguel Lillo* (Tucumán), *Acta geológica Lilloana*, Suplemento del volumen, 21 (1): 152-154.
- Volkheimer, W., Melendi, D.L. y Aceñolaza, F.G. 1980. Una microflora ordovícica de la Formación Mojotoro, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 35 (3): 401-416.

Recibido: 30 de Setiembre del 2016

Aceptado: 10 de Diciembre del 2016