

Breve historia de la paleobotánica y la palinología en el noroeste argentino

María M. VERGEL¹, Josefina DURANGO de CABRERA² y Rafael HERBST³

Abstract: *BRIEF HISTORY OF THE PALEOBOTANY AND THE PALYNOLOGY IN THE NORTHWEST ARGENTINE.*- This contribution provides an overview of the records of fossil plants and palynomorphs in northwest Argentina. The description and mention of fossil plants were scarce until the last decades of the last century, being limited to the widely known “stromatolites” (*Pucalithus*) of the Cretaceous, and a few silica trunks from the Upper Tertiary of the Valle de Santa María. There are also occasional mentions of fossil plants in diverse papers related to Devonian, Cretaceous and Cenozoic stratigraphy, but they were never studied. On the mid-’80s began a systematic exploration with publications of detailed descriptions of wood, leaves and fruits as well as a few Charophytes from the Neogene strata of the Valles Calchaquies. The publications related to palynology finding started in the 1970s, focused mainly in Lower and Upper Paleozoic sequences, with preliminary studies and reports from the oil companies. Beginning in the 1980s, a more conspicuous research on palynomorphs started, with a significant advance towards the knowledge of the palinoflora from northwest Argentina. Research were conducted mainly in the Ordovician, Carboniferous and Tertiary sequences. The current proposal also display the repositories of major collections of plants and palynomorphs.

Resumen: *BREVE HISTORIA DE LA PALEOBOTÁNICA Y LA PALINOLOGÍA EN EL NOROESTE ARGENTINO.*- Se brinda un panorama de los hallazgos de restos de megafósiles vegetales y palinomorfos en la región del noroeste de la Argentina. En general, los restos de megafósiles vegetales citados y descritos hasta las últimas décadas del siglo pasado, son escasos; se limitan a los ampliamente difundidos “estromatolitos” (del género *Pucalithus*) del Cretácico, y a unos pocos troncos silicificados del Terciario Superior del valle de Santa María. Existen también ocasionales menciones de plantas fósiles en varios trabajos relacionados con el Devónico, el Cretácico y el Cenozoico, pero éstas nunca fueron estudiadas. Hacia la década de los ’80 comienza una búsqueda sistemática con la publicación de descripciones detalladas de maderas, hojas y fructificaciones, así como unas pocas carófitas, de unidades del Neógeno de los valles Calchaquíes, áreas de los principales hallazgos. Los trabajos sobre microfloras se iniciaron a partir de los años 1970, principalmente en secuencias del Paleozoico Inferior y Superior, con estudios preliminares e informes a empresas petroleras. A partir de los 1980, se inició una más conspicua búsqueda de palinomorfos que en años recientes marcó un avance significativo para el conocimiento más acabado de la palinoflora del NOA con investigaciones que se desarrollaron principalmente en sucesiones ordovícicas, carboníferas y terciarias. Se indica también los repositorios de las principales colecciones de restos megascópicos de plantas y palinomorfos.

Key words: Palaeobotany. Palynology. Northwest Argentina.

Palabras clave: Paleobotánica. Palinología. Noroeste Argentino.

Introducción

La historia del conocimiento de las megaflores y palinomorfos autóctonos de la región del noroeste de Argentina es bastante breve. A diferencia, quizás, de la zona del Litoral, región oeste de Argentina y Patagonia, durante la primera mitad del siglo XIX, el noroeste fue poco visitado por destacados naturalistas de la talla de d’Orbigny, Martin de Moussy y otros que realizaron importantes contribuciones paleontológicas para aquellas regiones. En el NOA se destacaron más los geólogos como Brackebush (1883) o Stelzner (1885), para mencionar quizás los más notables que hicieron extensa exploración geológica, aunque no aportaron mayormente a la paleontología. Las menciones o los hallazgos de plantas fósiles han sido esporádicos hasta bastante avanzado el siglo XX. Esto, a pesar del reconocimiento de la geología regional y de la estratigrafía de la región, pero sin que haya habido una búsqueda sistemática de fósiles. De ello se exceptúan las exploraciones y hallazgos de invertebrados y vertebrados que en muchos casos sentaron las bases para la cronología de las unidades involucradas (véase también Peirano, 1943). Solamente durante las últimas décadas de ese siglo hubo progresos notorios, particularmente en las megaflores Neógenas de los valles Calchaquíes y microfloras paleozoicas que permitieron comprender mejor las condiciones paleoambientales generales de esta región del país.

Megaflora

Quizás los primeros restos de vegetales de esta zona hayan sido las citas sobre hallazgos de plantas fósiles realizados por Bodenbender (1906) en las cercanías de Orán, Salta. Allí se señala la presencia de *Phyllothea* y *Equisetites*, géneros cuyo registro en otras áreas gondwánicas sugiere una antigüedad pérmica. Asimismo y como

precursores de los primeros registros de “vegetales” fósiles en la región, es de los “estromatolitos” del Cretácico de Salta (Bonarelli, 1921) que fueron clasificados como *Pucalithus* Steinmann, por Fritzsche (1923). Estos restos fueron tratados con mayor extensión en su clásica obra, por Frenguelli (1936); en la misma, Frenguelli también brinda datos concretos sobre megarestos vegetales, cuando en la página 425 menciona “...frecuentes troncos opalizados de árboles, probablemente en su mayor parte *Pityoxylon* y *Dadoxylon* (*Araucarioxylon*)...” y cuando ilustra unos (problemáticos) restos de vegetales (pág. 307, fig.83). Aparte de todo esto, determina la presencia de unos 14 géneros de diatomeas y algunos otros restos de vegetales microscópicos silíceos.

Las primeras menciones de plantas fósiles, como maderas petrificadas, se deben quizás a Stelzner (1885) quien, en el valle de Santa María vio los troncos que por aquel entonces se atribuían a *Araucarioxylon*. Si bien Penck (1920) cita por primera vez los troncos fósiles, el primero en describirlos con algún detalle estos troncos petrificados es O'Donell (1937) que define que se trata de Leguminosas. Este material, del Plioceno de la Formación Andalhuala en la nomenclatura moderna, fue redescrito por Menéndez (1962) y luego por Lutz (1987) quién le confirió el status taxonómico definitivo que tiene hoy, *Paracarioxylon o'donelli* (Menéndez) Müller-Stoll y Mädler. Esta autora, adicionalmente describe otros dos géneros de esta Familia, *Mimosoxylon* Müller-Stoll y Mädler y *Menendoxylon* Lutz, de las actuales Formaciones San José y Andalhuala, del Mioceno Medio y Plioceno Inferior respectivamente. También, recientemente Martínez y Lutz (2006 y referencias) reconocen troncos de Fabaceae en la Formación Chiquimil. Merece mencionarse también las citas de Peirano (1946) quien, en la descripción de sus perfiles de la Quebrada de Amaicha (Tucumán), señala la presencia de hojas fósiles.

Del resto de la región, aparte de los estromatolitos ya citados, no existen registros concretos salvo unas pocas menciones de hallazgos, como algunos restos de plantas del Devónico en la Sierra de Zapla (de Benedetti, 1948; Feruglio, 1931). Vale recordar que el Dr. John J. P. Benedetti, durante parte de las décadas de 1940 y 1950 fue jefe de la sección de Mineralogía y Geología del Instituto de Geología y Minería de la UNT, con asiento en la ciudad de San Salvador de Jujuy, creado por el Dr. Abel Peirano. Se deben al Dr. de Benedetti importantes estudios relacionados a la exploración del petróleo en el noroeste del país.

En la Sierra de Santa Bárbara, provincia de Jujuy, Harrington (1967) refiere los restos de plantas primitivas como pertenecientes a *Rhynia* sp. y *Hornea* sp. También restos de megaflores asignados a *Cyclostigma* fueron identificados en la Formación Tonono, subsuelo del Chaco-Salteño (en Tortello *et al.*, 2008). Recientemente Malanca *et al.* (2008), en sedimentitas de la Formación Lipeón (Silurico), en el angosto de Alarache, río Bermejo y río Los Toldos o Huaico Grande, límite argentino boliviano, refieren restos de plantas con características compatibles a los géneros *Hostinella*, *Drepanophycus* y posiblemente *Cooksonia*.

En la sierra de Aguara Güe en la provincia de Salta, sedimentitas del Carbonífero Superior de la Formación Tarija (Grupo Machareti) brindaron el primer hallazgo de semillas platispérmicas asignadas a los géneros *Samaropsis* y *Cordaicarpus*, junto a fragmentos foliares de probables Cordaitales (di Pasquo, 2004). Estos hallazgos permitieron confirmar la edad carbonífera tardía de la Formación Tarija en esa región, edad anteriormente determinada por microflora.

Es en la región de los valles Calchaquíes, valle de Santa María, valle del Cajón y valle Calchaquí, en secuencias del Mioceno Medio y Superior y del Plioceno Inferior, donde se producen los modernos hallazgos, con la descripción de numerosos taxones de hojas y fructificaciones de Angiospermas que representan numerosas familias de plantas (Anzótegui, 1998, 2002, 2004; Anzótegui y Cristalli, 2000; Anzótegui *et al.*, 2007; Anzótegui y Herbst, 2004). Pero también se describieron restos de Pteridophyta como el género *Equisetum* (Durango *et al.*, 1997), helechos acuáticos como *Salvinia* (Herbst *et al.*, 1987) y Charophytas como los géneros *Chara* y *Strobilocarpa* (García y Herbst, 1997). La presencia de algunos carófitos sin determinación, del valle de Santa María, ya había sido referida por Frenguelli (1936). Es menester mencionar la descripción de algunas Charophytas del Cretácico de la provincia de Jujuy, que serían los más antiguos citados de esta región (Musacchio, 1972).

Esta numerosa cantidad de trabajos se ve complementada con las descripciones de diversas asociaciones polínicas, que contribuyen, sin duda, al mejor conocimiento de las floras Neógenas del NOA. Una síntesis de todos aquellos hallazgos puede encontrarse en Herbst *et al.* (2000).

Esta cantidad de información, permitió además comenzar a mejorar el conocimiento de las características paleoambientales y paleoclimáticas de las unidades estratigráficas involucradas, por ejemplo Starck y Anzótegui (2001), tarea que deberá ser completada en el futuro.

Tratándose esta contribución de una reseña histórica, es oportuno mencionar algunos datos referidos al profesor Carlos Alberto O'Donell (1912-1954) por tratarse del primer investigador que aporta una detallada descripción anatómica, que le permitió ubicar en la Sistemática Botánica alguno de los trocos fósiles citados anteriormente. El profesor O'Donell se graduó como farmacéutico en 1937 en la Escuela de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional de Buenos Aires, su ciudad natal. En aquella institución venía desempeñándose como Asistente Honorario, en el Instituto de Botánica y Farmacia. Su trayectoria académica comienza en 1938 en la Fundación Miguel Lillo de Tucumán donde además de realizar numerosos trabajos

científicos, relacionados mayormente a la Anatomía Vegetal, fue Secretario de Lilloa, se desempeñó como docente y ocupó cargos jerárquicos. Fue Jefe de la sección Sistemática Fanerogámica del Instituto Miguel Lillo. En 1945 fue designado Director Interino de ese instituto en ausencia de su Director, el Dr. Horacio Descole y en 1948 fue Vice Decano en el Decanato del Dr. José Manuel Rodríguez de la Universidad Nacional de Tucumán.

Palinología

Con respecto a la microflora, los primeros registros palinológicos en el noroeste argentino corresponden en la mayoría de los casos a trabajos iniciados en exploraciones de empresas petroleras. Se trata principalmente de muestras de subsuelo procedentes del Chaco-Salteño y Sierras Subandinas, en unidades paleozoicas. Esta primera etapa con datos preliminares de asociaciones, analizadas sin demasiado detalle (Pothe de Baldi, 1971, 1974; Pothe de Baldi y Salas, 1977; Volkheimer *et al.*, 1983, 1986) y varios trabajos inéditos de informes a las empresas petroleras (e.g. Pothe de Baldi, 1967; Archangelsky, 1978; Harris y Miller, 1978), coincidió con el inicio de los estudios paleopalínológicos en Argentina, información que sirvió de base a trabajos posteriores con detalle taxonómico y bioestratigráfico, utilizados en muchos casos en la presentación de esquemas bioestratigráficos.

Si se comparan los estudios paleopalínológicos del noroeste argentino con los realizados en otras áreas de nuestro país, la información publicada es escasa y concentrada en pocos niveles estratigráficos. Estos datos señalan la existencia de importantes hiatos del registro palinológico en el área, con perspectivas a tomar en cuenta para nuevas exploraciones. No obstante, en los últimos 10 años la palinología de secuencias fósiles del noroeste argentino ha cobrado mayor impulso y se iniciaron trabajos modernos con enfoque de índole bioestratigráfica que están revirtiendo esta situación.

Artículos de síntesis recientes en los cuales se dan a conocer estudios paleopalínológicos en el noroeste argentino pueden consultarse en Gavrilloff *et al.* (1998), di Pasquo y Azcuy (1999), Ottone (1999), Quattrocchio, (1999), Herbst *et al.* (2000), Vergel *et al.* (2002), di Pasquo (2003) y Tortello *et al.* (2008).

A modo de simplificar el registro de datos, se presentan los antecedentes palinológicos separados de modo cronoestratigráfico.

ASOCIACIONES DEL PALEOZOICO TEMPRANO

Si bien a nivel mundial existe una conspicua cantidad de trabajos sobre asociaciones de palinomorfos (acritarcos, prasinofitas y quitinozoos) en secuencias del Paleozoico Temprano, el sur de Sudamérica no obstante registrar considerables extensiones y potentes espesores en secuencias del Paleozoico Inferior, muestra déficit de estudios principalmente debido a la insuficiencia de prospecciones y en algunos casos, escasez de unidades litoestratigráficas adecuadas. Esta carencia de trabajos específicos sobre asociaciones palinológicas en unidades del Paleozoico Inferior es significativa en el noroeste de Argentina.

No obstante, pese a la escasez de registros, las sucesiones cámbricas del NOA son las que presentan los únicos datos palinológicos de esa antigüedad en nuestro país. Corresponden a los del sector medio de la Formación Casa Colorada (miembro arenoso) aflorante en Quebrada de Moya en el ámbito de la Quebrada de Humahuaca. En esa localidad de la Cordillera Oriental, Rubinstein *et al.* (2003) dieron a conocer fitoplancton marino con dominio de formas esferoidales simples, además de varias especies asignadas a nivel mundial al Cámbrico Tardío. Con posterioridad a ese hallazgo, Aráoz y Vergel (2006) y Vergel *et al.* (2007) amplían el registro con otras formas reconocidas e incluyen asociaciones más jóvenes (Tremadociano temprano), dentro del mismo perfil que registra el pasaje entre los sistemas Cámbrico y Ordovícico.

Las sucesiones del Ordovícico Inferior del noroeste argentino presentan también la particularidad de haber sido las que brindaron los primeros hallazgos de acritarcos y quitinozoos de Argentina e incluso Sudamérica. Fueron pioneros los estudios llevados a cabo por Volkheimer *et al.* (1980) en rocas del Ordovícico (Llanvirniano temprano Arenigiano) de la Sierra de Mojotoro, provincia de Salta, en afloramientos de la Formación Mojotoro. Allí se da a conocer la primer asociación de acritarcos ordovícicos de América del Sur junto a los primeros quitinozoos registrados para el noroeste argentino. También Bultynck y Martin (1982) reconocieron en la región de Yacones y La Caldera, provincia de Salta los primeros acritarcos tremadocianos de Sudamérica. Estos trabajos fueron el punto de partida de posteriores prospecciones e importantes hallazgos de palinomorfos ordovícicos en la región. Merecen destacarse como primeras contribuciones las de Manca *et al.* (1995) y Rubinstein (1997) aunque sin descripciones sistemáticas de las asociaciones. Sin embargo ya se menciona la afinidad con la provincia paleogeográfica Mediterránea (Vavrdová, 1974; Martin, 1982).

Posteriormente los trabajos de Ottone y Holfeltz (1992), Ottone *et al.* (1992, 1995), Rubinstein y Toro (1999, 2001, 2002), Rubinstein *et al.* (1999) inician una segunda etapa de análisis de asociaciones palinológicas ordovícicas con mayores detalles taxonómicos, bioestratigráficos y paleogeográficos en nuevas localidades, principalmente de

la Cordillera Oriental, donde en algunos de ellos se complementan con otras referencias paleontológicas de graptolites y escolecodontes.

Igualmente, la prospección en sedimentitas ordovícicas de la Puna produjo el primer registro de cryptosporas en la región (Rubinstein y Vaccari, 2001, 2004), a la vez de determinar con los palinomorfos una edad comprendida entre el Ordovícico Tardío (post-Hirnantiano) – Silúrico Temprano (Rhuddanian), coincidente con los datos obtenidos de invertebrados fósiles.

También Aráoz y Vergel (2001), Aráoz (2002) y Aceñolaza *et al.* (2003) dieron a conocer los primeros registros palinológicos en la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, unidad orográfica carente hasta ese momento de datos paleontológicos. Se citan asociaciones relacionadas a la biozona de trilobites *Kainella meridionalis*. y se presentan consideraciones paleogeográficas y paleoambientales. Asimismo, Aráoz y Aceñolaza (2004) presentan los primeros registros palinológicos para el Tremadociano superior de Sierra de Zenta en niveles de la Formación Santa Rosita y también con macrofauna asociadas. Recientemente, Aráoz *et al.* (2008) registran asociaciones características del límite Tremadociano–Arenigiano.

Igualmente en niveles del Tremadociano superior de la región de Pascha-Incamayo, en la Cordillera Oriental, de la Puente y Rubinstein (2006) registran el primer hallazgo de quitinozoos, y de la Puente *et al.* (2005) identifican quitinozoos Arenigianos en la Formación Acoite.

En Sierras Subandinas, Rubinstein (2003b y 2005) da a conocer las primeras asociaciones palinológicas del pre-Hirnantiano en Sierra de Zapla. Considera la transición ordovícica-silúrica y los efectos de la glaciación hirnantiana en base a los palinomorfos (acritarcos, quitinozoos, prasinoficeas, escolecodontes y cryptosporas). En Rubinstein (2005) se analizan las asociaciones palinológicas de rocas expuestas en el Río Capillas (Sierra de Zapla), las mismas provienen de las Formaciones Zanjón, Labrado, Capillas, Centinela y Zapla (Ordovícico) y de la Formación Lipeón (Silúrico). En dicho trabajo se analiza el control bioestratigráfico de las unidades, sus afinidades paleogeográficas y cambios paleoambientales relacionados con fluctuaciones del nivel del mar. Las asociaciones incluyen acritarcos y otras formas marinas relacionadas, tales como quitinozoos y cryptosporas. Igualmente, de la Puente *et al.* (2006) registran por primera vez quitinozoos en el Ordovícico de la Sierra de Zapla (Formación Zanjón y transición con el Miembro suprayacente Laja Morada de la Formación Labrado) asignando la edad de las asociaciones al Arenigiano medio.

Si bien aún no se ha presentado una propuesta formal de biozonación palinológica para el Ordovícico del NOA, Rubinstein (2003a) identifica diferentes asociaciones con formas clave, entre el Cámbrico Tardío y el Silúrico Temprano del noroeste argentino y Famatina, ajustadas con biozonas de graptolites.

Recientemente, Rubinstein *et al.* (2007) enfatiza los estudios e integra los datos de las asociaciones de palinomorfos con el registro de macrofauna del límite Tremadociano tardío–Arenigiano medio de Argentina, en el cual incluye además datos previos (Rubinstein *et al.*, 1999; Rubinstein y Toro, 2001, 2002) de sucesiones del noroeste argentino y destaca la identificación de la biozona de acritarcos *messauensis-trifidum* (Tremadociano tardío-Floiano) en el noroeste argentino.

ASOCIACIONES DEL PALEOZOICO MEDIO

Las rocas del Silúrico y Devónico del noroeste argentino afloran principalmente en las Sierras Subandinas y el Sistema de Santa Bárbara y se extienden hacia el subsuelo de gran parte del Chaco Salteño y Llanura Chacoparanense. Si bien la estratigrafía de estas secuencias fueron ampliamente tratadas en numerosas publicaciones, el contenido fosilífero registrado corresponde principalmente a hallazgos de trilobites, graptolites, braquiópodos y moluscos. Desde el punto de vista palinológico es una región escasamente estudiada, aunque en los inicios de la palinología en nuestro país fue una de las regiones de significativas exploraciones a cargo de empresas petroleras, de allí la existencia de informes inéditos (ver Vistalli, 1989). Síntesis de estudios palinológicos en estas unidades cronoestratigráficas puede consultarse en Ottone (1999), di Pasquo y Azcuy (1999) y di Pasquo (2003).

Trabajos pioneros completos que merecen destacarse son los realizados por Pothe de Baldi (1971, 1974) sobre el microplancton recuperado de muestras de subsuelo (Formación Copo) de la Cuenca Chacoparanense; la distribución estratigráfica de los taxa hallados asignaron una antigüedad wenlockiana tardía a la asociación (Rubinstein, 1995). Con posterioridad a ese período, si bien Turner y Mon (1979) mencionan la presencia de “*histicosféridos*” en afloramientos de la Formación Mecoyita (Silúrico) en Cordillera Oriental, se desconocen publicaciones vinculadas a la cita. No obstante, Bultynck y Martin (1982) en el ámbito de la Cordillera Oriental ilustran una microflora recuperada de niveles basales de la Formación Lipeón, pero sin demasiados datos de los escasos taxones identificados. También para Cordillera Oriental, en niveles de la Formación Lipeón (área Los Colorados-Chamarra), Rubinstein y Toro (2006) registran una asociación de palinomorfos marinos y terrestres (acritarcos, cryptosporas y algas) junto a graptolites y braquiópodos, determinando un ambiente claramente marino transgresivo post-glacial y le asignan una antigüedad llandoveriana media a tardía. Recientemente de

Inunciaga y Gutiérrez (2006) registran datos palinológicos obtenidos de afloramientos de la Formación Cachipunco (Silúrico) de Jujuy. Esta asociación de microplancton es asignada, en base a la distribución estratigráfica de las especies, como del Wenlockiano-Ludloviano.

En la Cuenca de Tarija Grahn y Gutiérrez (2001) presentan asociaciones de quitinozoos silúricos provenientes de las sierras de Santa Bárbara y Zapla (provincia de Jujuy), y asociaciones de quitinozoos devónicos (Givetiano inferior) de una perforación de la provincia de Santiago del Estero (pozo Horcones), aducen semejanzas con asociaciones halladas en regiones contemporáneas de Bolivia, Paraguay y Brasil y asignan una correspondencia para el eo-silúrico del noroeste argentino con las biozonas propuestas en la Cuenca Paraná (Brasil y este de Paraguay).

Las asociaciones palinológicas reconocidas en rocas del Devónico del noroeste argentino, en su mayor parte proviene de muestras de subsuelo. Trabajos preliminares con citas de asociaciones de acritarcos y prasinofitas se conocen de Azcuy y Laffitte (1981) y Durango de Cabrera y Vergel (1984), pozos Tonono, Salta y Laguna del Cielo, Salta respectivamente. Trabajos más completos con descripciones e ilustraciones corresponden a Barreda (1986) que analiza el paleomicropláncton Givetiano-Frasniano del pozo Santa Victoria, Salta, y Ottone (1996) una asociación de esporas, quitinozoos y escolecodontes provenientes del pozo Quebrada Galarza, Salta en sedimentitas de la Formación Los Monos (Devónico Medio a Superior). Este último estudio presenta además aspectos paleogeográficos y paleoambientales. Las asociaciones de esporas resultaron ser equivalentes a microfloras contemporáneas de paleolatitudes altas en Brasil, África del Norte y Europa, mientras que el microplancton indicaría una probablemente nula variación climática en las cuencas marinas del Givetiano/Frasniano.

Los estudios posteriores a la década de los 80' permitieron reconocer el retrabajo de palinomorfos devónicos y del Mississippiano en capas del Pennsylvaniano, y la datación de las unidades litoestratigráficas de la Cuenca Tarija y sus eventos diastróficos. (Azcuy y Jelin, 1980; di Pasquo y Azcuy, 1997a).

Como novedades de exploraciones actuales se reconoce el estudio palinológico preliminar (Noetinger y di Pasquo, 2007; di Pasquo y Noetinger, 2008 y Noetinger y di Pasquo, 2008) de perforaciones de la Cuenca Tarija en el norte de Salta. Estos estudios identifican asociaciones palinológicas atribuidas al Eifeliano, Givetiano y Frasniano temprano y redepósito equivalente en sucesiones del Pennsylvaniano, con puntualización del límite entre el Devónico y el Pennsylvaniano y evidencia del hiato existente entre parte del Frasniano y el Mississippiano tardío, datos que reflejan la compleja historia geológica de la cuenca. También entre trabajos preliminares de microfloras del Paleozoico Medio cabe destacar el primer registro palinológico de sucesiones devónicas en la Sierra de Zenta (di Pasquo y Noetinger, en prensa).

ASOCIACIONES DEL PALEOZOICO TARDÍO

La historia de la palinología sobre estratos del Carbonífero del NOA, al igual que el resto de los niveles estratigráficos de la región, se remonta a una etapa de investigadores pioneros que vinculados a la prospección de empresas petroleras brindaron los primeros registros de palinomorfos, principalmente de materiales de subsuelo. Azcuy y Laffitte (1981) fueron los primeros en determinar por palinomorfos, la edad carbonífera de una de las unidades litoestratigráficas aflorantes en la Cuenca Tarija. Se trata de la Formación Tupambi que con posterioridad fue objeto de diversos análisis palinológicos. También fueron Azcuy y Laffitte (1981) quienes por primera vez dan a conocer la presencia de retrabajo de unidades del Devónico y Carbonífero Temprano. Posteriormente Azcuy *et al.* (1984), por la equivalencias de las asociaciones con las de palinozonas determinadas por Azcuy y Jelin (1980) para secuencias del Paleozoico Tardío de Argentina, ubican la parte superior de la Formación Tupambi en el Carbonífero Tardío (Westfaliano).

Con posterioridad a esos primeros trabajos palinológicos en la Cuenca Tarija, en los 80' se inició una destacada tarea de investigación en el conjunto de las unidades neopaleozoicas de la cuenca. Así se presentaron numerosas contribuciones taxonómicas, una propuesta bioestratigráfica e interpretaciones paleoecológicas y paleogeográficas (di Pasquo y Azcuy, 1999; di Pasquo *et al.*, 2001; di Pasquo, 2002, 2003; del Papa y di Pasquo, 2007). Además, la presencia de importante cantidad de material de retrabajo, con hasta un 80 % en algunos casos, permitió a di Pasquo y Azcuy (1997 a y b) interpretar la discordancia producida por efectos de los movimientos chánicos, y confirmar la erosión de potentes secuencias desde la base del Carbonífero hasta el Devónico *s.l.*

Entre los trabajos recientes en la Cuenca Tarija destacamos como novedad una síntesis actualizada de los registros paleontológicos (di Pasquo, 2007) para unidades del Carbonífero y Pérmico, incluyendo datos del sur de Bolivia, y el primer registro paleontológico (palinológico) de las unidades del Pennsylvaniano en la Sierra de Zenta (Vergel *et al.*, 2008; di Pasquo y Vergel en prensa y Vergel *et al.*, en prensa).

ASOCIACIONES MESO-CENOZOICAS

Estudios palinológicos sobre sedimentos cretácicos y terciarios son escasos en la región. Una de las causas de

esto puede deberse a la gran cantidad de secciones de colores (rojizos) no apropiados para la búsqueda de palinomorfos. Los primeros investigadores que produjeron datos polínicos sobre estas secuencias lo hicieron recién a fines de los años 70. Corresponde principalmente a contribuciones de Quattrocchio (1978 a, b, c), Moroni (1982), Quattrocchio y Volkheimer (1988), Quattrocchio *et al.* (1988).

En la Cuenca del Noroeste, el Grupo Salta (Neocomiano-Eoceno) y sus formaciones Yacoraite y Tunal (facies de la Formación Olmedo) fueron las primeras unidades que produjeron niveles fértiles. Moroni (1982), como palinóloga de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, analizó muestras de perforaciones y superficie de la Formación Yacoraite, entre los diversos palinomorfos reconocidos indica la probable edad paleocena determinada por algunos taxa identificados. También, las asociaciones de edad Maastrichtiano – Daniano reconocidas permitieron identificar el límite Cretácico-Terciario.

La Formación Lumbraera fue estudiada en su contenido sistemático (Quattrocchio, 1978a; Quattrocchio y Volkheimer, 1988), su significado paleoambiental (Quattrocchio, 1978b) y el registro bioestratigráfico (Quattrocchio, 1978c) y la Formación Tunal en idénticos aspectos por Quattrocchio *et al.* (1988). Con posterioridad a estos estudios Quattrocchio (1999 con referencias, Marquillas *et al.*, 2005) presentan la primer propuesta de zonación palinológica para el Paleoceno-Eoceno del Grupo Salta. En esos trabajos se presentan inferencias climáticas y la evolución en el tiempo de las palinofloras por biozonas. Además se registran los taxa de las formaciones portadoras (formaciones Tunal, Mealla, Maíz Gordo, Lumbraera).

Nuevas referencias de asociaciones palinológicas en la cuenca corresponden a los registros en las formaciones Anta (Quattrocchio *et al.* 2003), Las Curtiembres y La Yesera (Narváz *et al.*, 2005 y Narváz y Sabino, 2006). También antecedentes y actualizaciones sobre las palinofloras del Grupo Salta, específicamente en lo referente al grupo de las Angiospermas, se discute en Prámparo *et al.* (2007).

Sucesiones del Neógeno del noroeste argentino registran microfloras en el Grupo Santa María de los Valles Calchaquíes. Este grupo y sus formaciones han brindado importantes datos paleontológicos en general. Los estudios paleobotánicos (referidos anteriormente) y en particular los palinológicos han tenido un significativo incremento en las últimas décadas, así el trabajo de Herbst *et al.* (2000) presenta una actualizada guía con las correspondientes citas de los numerosos trabajos que principalmente corresponden a hallazgos en las formaciones San José, Las Arcas y Anta (Mioceno Medio), y Chiquimil y Palo Pintado (Mioceno Tardío). Recientemente en un trabajo de síntesis sobre la diversificación paleoflorística de Argentina durante el Neógeno (Barreda *et al.*, 2007) presentan las características fitogeográficas evolutivas en los Valles Calchaquíes.

Principales repositorios

- 1- Colección Paleobotánica de la Fundación Miguel Lillo (Tucumán), con el acrónimo LIL-PB.
- 2- Colección Paleobotánica de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste (Corrientes), con el acrónimo CTES-PB y CTES-PMP.
- 3- Colección Paleobotánica-Preparados Microscópicos del Instituto Miguel Lillo (Tucumán), con el acrónimo LIL-PB-Pm y una sub-colección con el acrónimo LIL-PB (Pm)/ICGPal, del Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO-CONICET), Tucumán.
- 4- Colección de la Unidad de Paleopalínología, IANIGLIA, CRICYT (Mendoza) con el acrónimo MPLP (Mendoza-Paleopalínoteca-Laboratorio de Paleopalínología).
- 5- Colección del Departamento de Ciencias Geológicas de la Universidad Nacional de Buenos Aires (UBA), con el acrónimo BAFC-Pl.
- 6- Colección del Laboratorio de Palinología de la Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca con el acrónimo LP UNS.

Conclusiones

A pesar de la breve historia de la paleobotánica y palinología del noroeste argentino, sobre todo con anterioridad a los años 1990, el impulso que cobró en años recientes es un importante estímulo para generaciones presentes y futuras abocadas a estas disciplinas.

Bibliografía

Aceñolaza, G.F., Aráoz, L., Vergel, M.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. *Serie Correlación Geológica*, 17: 23-28.
- Anzótegui, L. M. 1998. Hojas de angiospermas de la Formación Palo Pintado, Mioceno superior, Salta, Argentina. Parte I: Anacardiaceae, Lauraceae y Moraceae. *Ameghiniana*, 35: 25-32.
- Anzótegui, L.M. 2002. Hojas de Myrtaceae en la Formación San José (Mioceno Medio) Provincia de Tucumán, Argentina. *Ameghinian*, 39: 321-330.
- Anzótegui, L.M. 2004. Megaflores de la Formación Chiquimil, (Mioceno Superior), en los valles de Santa María y Villavil, provincias de Catamarca y Tucumán, Argentina. *Ameghiniana*, 41: 303-314.
- Anzótegui, L.M. y Cristalli, P. 2000. Hojas de Malvaceae en el Neógeno de Argentina y Brasil. *Ameghiniana*, 37: 169-180.
- Anzótegui, L.M., Garralla, S. y Herbst, R. 2007. Fabaceae de la Formación El Morterito, (Mioceno Superior) del valle del Cajón, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*, 44: 183-196.
- Anzótegui, L. M. y Herbst, R. 2004. Megaflores (hojas y frutos) de la Formación San José (Mioceno Medio) en río Seco, departamento Santa María, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*, 41: 423-436.
- Aráoz, L. 2002. *Palinología de los niveles inferiores de la Formación Santa Rosita, en el Abra de Zenta, provincias de Salta y Jujuy, República Argentina*. Seminario Inédito. Facultad de Ciencias Naturales e I.M.L., Universidad Nacional de Tucumán. 187 pp.
- Aráoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2004. Primeros registros palinológicos para el Tremadociano Superior de la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental Argentina. *XI Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos*, Gramado, Brasil, Boletim de Resumos: 9.
- Aráoz, L., Aceñolaza, G.F., Vergel, M.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*, Jujuy. Actas: 339-340.
- Aráoz, L. y Vergel, M.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 I.M.L., Universidad Nacional de Tucumán. Serie Monográfica y Didáctica. 41: 55.
- Aráoz, L. y Vergel, M.M. 2006. Palinología de la transición cambro-ordovícica en la Quebrada de Moya, Cordillera Oriental, Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología* 9: 1-8.
- Archangelsky, S. 1978. Informe palinológico del período 1/12 al 29/12/78. Pozo YPF.SE.EC.x-1 (El Caburé). Inédito.
- Azcuy, C.L. y Jelín, R. 1980. Las palinozonas del límite Carbónico-Pérmico en la Cuenca Paganzo. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 1º Congreso Latinoamericano Paleontología*, Buenos Aires, 1978, Actas 4:51-67.
- Azcuy, C.L. y Laffitte, G. 1981. Palinología de la Cuenca Noroeste Argentina. I. Características de las asociaciones carbónicas: problemas e interpretación. *8º Congreso Geológico Argentino*, Actas 4: 823-838.
- Azcuy, C.L., Laffitte, G. y Rodrigo, L. 1984. El límite Carbónico-Pérmico en la cuenca Tarija-Titicaca. *3º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Corrientes, 1982, Actas 1: 39- 44.
- Barreda, V.D. 1986. Acritarcos givetiano-frasnianos de la cuenca del Noroeste, provincia de Salta, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 18: 229-245.
- Barreda, V.D., Anzótegui, L.M., Prieto, A.R., Aceñolaza, P., Bianchi, M.M., Borromei, A.M., BREA, M. Caccavari, M., Cuadrado, G.A., Garralla, S., Grill, S., Guerststein, G.R., Lutz, A.I., Mancini, M.V., Mautino, L.R., Ottone, E.G., Quattrocchio, M.E., Romero, E.J., Zamalao, M.C. y Zucol, A. 2007. Diversificación y cambios de las angiospermas durante el Neógeno en Argentina. *Ameghiniana* 50º Aniversario - Publicación Especial, 11: 173-191.
- Bodenbender, G. 1906. Informe sobre una exploración geológica en la región de Orán (provincia de Salta). *Boletín Ministerio Agricultura*, 4: 392-399.
- Bonarelli, G. 1921. Tercera contribución al conocimiento geológico de las regiones petrolíferas subandinas del Norte (provincias de Salta y Jujuy). *Anales Ministerio Agricultura de la Nación*, Geología XV, 1.
- Brackebush, L. 1883. Estudios sobre la formación petrolífera de Jujuy. *Boletín Academia Nacional de Ciencias*, 5: 135-184.
- Bultynck, P. y Martín, F. 1982. Conodontes et Acritarches de l'Ordovicien Inférieur et acritarches du Silurien inférieur de la partie septentrionale de la Cordillère Argentine. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, 53: 1-21.
- de Benedetti, J.J.P. 1948. Notas preliminares sobre el Devónico de la parte oriental de la Sierra de Zapla y del Cerro Calilegua. *Publicación Instituto de Geología y Minería*, Universidad Nacional de Tucumán, 157: 3.
- de la Puente, G.S. y Rubinstein, C.V. 2006. Primer hallazgo de quitinozoos en el Tremadociano superior de la región de Pascha-Incamayo, Cordillera Oriental, Argentina. *9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Córdoba. Resúmenes: 155.
- de la Puente, G.S., Rubinstein, C.V. y Astini, R.A. 2006. Primer hallazgo de quitinozoos en el Ordovícico inferior de la Sierra de Zapla, Sierras Subandinas, noroeste argentino. *XIII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, Bahía Blanca. Resúmenes: 4.
- de la Puente, G.S., Toro, B.A. y Rubinstein, C.V. 2005. Quitinozoos ordovícicos (Arenigiano) de la región Formación Acoite, Cordillera Oriental, Argentina. Calibración con acritarcos y graptolitos. *Ameghiniana*, 42 Suplemento: 24R.
- de Inunziaga, M.F. y Gutiérrez, P.R. 2006. Nuevos datos sobre la palinología de la Formación Cachipunco (Silúrico), Sierra Santa Bárbara, Jujuy, Argentina. *XIII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*, Bahía Blanca. Resúmenes: 5.
- del Papa, C. y di Pasquo, 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. 2002. The *Crassispora kosankei - Cystoptylchus azcuyi* Palynozone from the Upper Carboniferous Tupambi Formation, Tarija basin, northern Argentine. *Review of Palaeobotany and Palynology*, Special Volume 118: 47-75.
- 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: 3-32.
- di Pasquo, M. 2004. Primer hallazgo de semillas platispérmicas en el Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija, sierra de Aguaraúe, provincia de Salta, Argentina. *XI Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos*, Gramado, Brasil. Boletim de Resumos: 56.
- di Pasquo, M. 2007. Update and importante of the Carboniferous and Permian palaeontological records of the Tarija Basin. En: E. Díaz-Martínez e I. Rábano (Eds.), 4th European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America, Cuadernos del Museo Geominero, nº 8. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid: 107-112.
- di Pasquo, M. y Azcuy, C.L. 1997a. Palinomorfos retrabajados en el Carbonífero Tardío de la Cuenca Tarija (Argentina) y su aplicación a la datación de eventos diastróficos. *Revista Universidade Guarulhos*, Geociências 2 (número especial): 28-42.
- di Pasquo, M. y Azcuy, C.L., 1997b. Palinología del Grupo Mandiyuti, Carbonífero Superior, Cuenca Tarija, Argentina. *10º Congreso Geológico Chileno*, Actas 1:475-479.
- di Pasquo, M. y Azcuy, C.L. 1999. Paleontología, paleoclima y correlación de estratos carboníferos en la provincia de Salta sobre la base de palinomorfos. *14 Congreso Geológico Argentino*, Salta. Relatorio 1: 254-260.
- di Pasquo, M.M., Azcuy, C.L. y Starck, D. 2001. Palinología de la Formación San Telmo (Carbonífero Superior), en la Sierra San Antonio,

- provincia de Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 38: 85-98.
- di Pasquo, M.M. y Noetinger, S. 2008. 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: 347-348.
- di Pasquo, M.M. y Noetinger, S. (en prensa). First record of a Devonian palynological assemblage from the Zenta range, Eastern Cordillera, northwestern Argentina. *XII Simposio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia*, Florianópolis.
- di Pasquo, M. y Vergel, M.M. (en prensa). Primer registro palinológico del Pennsylvaniano del norte de la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. *XII Simposio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia*, Florianópolis, noviembre 2008.
- Durango de Cabrera, J., Georgieff, S.M. y Moreno, P. 1997. Primer registro del género *Equisetum* Linneo (Pteridophyta) en la Formación Andaluza (Mioceno Superior-Plioceno), valle de Santa María, Catamarca. *Ameghiniana*, 34: 119.
- Durango de Cabrera, J. y Vergel, M.M. 1984. Primeros resultados del análisis del paleomicroplancton de la perforación YPF St. LdC x-1 (Laguna del Cielo), Devónico de Salta. *Reunión de Comunicaciones A.P.A.* Circular Informativa, 13: 4
- Feruglio, E. 1931. Observaciones geológicas en las provincias de Salta y Jujuy. *I Reunión Nacional Geografía*, Contribuciones Dirección General de YPF, 7: 5-39.
- Frenguelli, J. 1936. Investigaciones geológicas en la zona salteña del valle de Santa María. *Obra del Cincuentenario del Museo de La Plata*, II : 215-572.
- Fritzsche, C.H. 1923. Neue Kreidefaunen aus Südamerika (Chile, Bolivia, Perú, Colombia). *Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie u. Paleontologie, Beilageband*, 50: 1-56.
- García, A. y Herbst, R. 1997. Charophyta del Mioceno Superior de los valles de Santa María y del Cajón, provincia de Catamarca, Argentina. *Ameghiniana*, 34: 61-68.
- Gavriloff, I.C., Durango de Cabrera, J. y Vergel, M. 1998. Paleontología de invertebrados, paleobotánica y palinología. En M. Gianfrancisco, M.E. Puchulu, J. Durango de Cabrera y G.F. Aceñolaza (Eds.). *Geología de Tucumán. Publicación Especial Colegio Graduados Ciencias Geológicas Tucumán.*, 211-226.
- Grahn, Y. y Gutiérrez, P.R. 2001. Silurian and Middle Devonian chitinozoa from Zapla and Santa Barbara ranges, Tarija Basin, northwestern Argentina. *Ameghiniana*, 38: 35-50.
- Harris, R.W. y Miller, T.H. 1978. Palynological analysis of Silurian and Devonian samples from YPF wells in northern Argentina. EXXON Production Research Co. Inédito.
- Harrington H.J. 1967. Devonian of South America. *Proceeding International Symposium Devonian System*. 1: 651-671.
- Herbst, R., Anzótegui, L.M., Esteban, G., Mautino, L.R., Morton, L.S. y Nassif, N. 2000. Síntesis paleontológica del Mioceno de los valles Calchaquíes, noroeste argentino. En: F.G. Aceñolaza y R. Herbst (Eds.) *El Neógeno de Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica*, 14: 263-288.
- Herbst, R., Anzótegui, L.M. y Jalín, G. 1987. Estratigrafía, paleoambientes y dos especies de *Salvinia* Adanson (Filicopsida), del Mioceno Superior de Salta, Argentina. *Facena* 7: 15-42.
- Lutz, A.I., 1987. Estudio anatómico de maderas Terciarias del valle de Santa María (Catamarca-Tucumán), Argentina. *Facena* 7: 125-143.
- Malanca, S., Martínez, O.G., Aris, M.J., Boso, M.A., Gallardo, E., Brandán, E. y Fernández, J.C. 2008. Las plantas fósiles de la Formación Lipeón (Silúrico Superior) del área Bermejo-Los Toldos, noroeste argentino. *XVII Congreso Geológico Argentino*, Jujuy. Actas: 363.
- 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 de Córdoba*. 60: 267-275.
- Marquillas, R.A., Salfity, J.A., Quattrocchio, M.E. y Volkheimer, W. 2005. Palynostratigraphy, palaeobiogeography and evolutionary significance of the Late Senonian and Early Palaeogene palynofloras of the Salta Group, northern Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, 37: 259-272
- Martin, F. 1982. Some aspects of late Cambrian and early Ordovician acritarchs. In: *Basset M.G. and Dean, W.T. (eds.), The Cambrian - Ordovician boundary: sections, fossil distributions, and correlations*. National Museum of Wales, Geological Series, 3: 29-40.
- Martínez, L.C.A. y Lutz, A.I. 2006. Un nuevo género de Fabaceae fósil de la Formación Chiquimil (Mioceno Superior), Catamarca, Argentina. *9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Córdoba. Resúmenes: 44.
- Menéndez, C.A. 1962. Leño petrificado de una Leguminosa del Terciario de Tiopunco, provincia de Tucumán. *Ameghiniana*, 2: 121-126.
- Moroni, A. M. 1982. Correlación palinológica en las Formaciones Olmedo y Yacoraite. Cuenca del Noroeste Argentino. *3º Congreso Geológico Chileno*, Actas I: 340-349.
- Musacchio, E. A. 1972. Charophytas de la Formación Yacoraite en Tres Cruces y Yavi Chico, Jujuy, Argentina. *Ameghiniana*, 9: 223-237.
- Narváez, P., Sabino, I.F. 2006. Primer registro palinológico de la Formación La Yesera (Subgrupo Pirgua, subcuenca de Brealito), noroeste argentino. *9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Córdoba. Resúmenes: 48.
- Narváez, P., Sabino, I.F. y Damiani, S. 2005. Palynology of the Las Curtiembres Formation (Upper Cretaceous), Salta Group basin, Argentina. *Gondwana* 12, Mendoza. Abstract: 270.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M. 2007. Preliminary studies of Devonian microfloras of a borehole from the Tarija Basin, northwestern Argentina. En: E. Díaz Martínez, I. Rábano (Eds.), *4º European Meeting on Paleontology and Stratigraphy of Latin America*, Instituto Geológico y Minero de España, Serie Cuadernos del Museo Geominero de Madrid. 8: 285-290.
- Noetinger, S. y di Pasquo, M.M. 2008. Givetian- Frasnian microfloras from the Tarija basin, northern Argentina, and their relationship with the global eustasy and palaeoclimate. *XVII Congreso Geológico Argentino*, Jujuy. Actas: 368-369.
- O'Donell, C. 1937. Troncos y ramas fósiles de dicotiledóneas en el Araucaniano de Tiopunco (Depto. Tafí, prov. Tucumán). *Cuadernos de Mineralogía y Geología* (Universidad Nacional de Tucumán), 1: 26-29.
- Ottone, G.E. 1996. Devonian palynomorphs from the Los Monos Formation, Tarija Basin, Argentina. *Palyology* 20, 105-155.
- Ottone, G.E. 1999. Bioestratigrafía – Palinología. En: *14 Congreso Geológico Argentino*, Salta Relatorio 1: 223-224.
- Ottone, E.G. y Holfeltz, G.D. 1992. Hallazgo de escolecodontes en la Formación Gualcamayo, Llanvirniano Inferior, Argentina. *VII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología*. Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial N° 2: 85-88.
- Ottone, J.C., Toro, B.A. y Waisfeld, B.G. 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: 237-242.
- Peirano, A. 1943. Algunos yacimientos de fósiles de la parte central del valle de Santa María y valle del Cajón. *Cuadernos de Mineralogía y Geología* III n° 9: 40-54.
- Peirano, A. 1946. Estudio geológico de la Quebrada de Amaicha. *Cuadernos de Mineralogía Geología*. IV n° 15: 163-207.
- Penck, W. 1920. Der Südrand der Puna de Atacama (NW Argentina), ein Beitrag zur Kenntnis des andinen Gebirgtypus und zur Frage der Gebirgsbildung. *Abhandl. Sachs. Akad. Wiss., Leipzig, Mathem-Phys. Kl.*, 37.

- Pothe de Baldis, E.D.1967. Exámen del contenido palinológico de muestras del pozo SE ABx-1, Arbol Blanco, Santiago del estero. Inédito.
- Pothe de Baldis, E.D.1971. Microplancton del Silúrico Superior de la provincia de Santiago del Estero, República Argentina. *Ameghiniana*, 8: 282-290.
- Pothe de Baldis, E.D.1974. Microplancton adicional del Silúrico Superior de Santiago del Estero, República Argentina. *Ameghiniana*, 11: 313-327.
- Pothe de Baldis, E.D. y Salas, E. 1977. Análisis palinológico de la Formación Tarija. *I.G.C.P., Proy. Pal. Sup. América del sur, Boletín*, 2: 7.
- Prámparo, M.B., Quattrocchio, M., Gandolfo, M.A., Zamaloa, M.C. y Romero, E. 2007. Historia evolutiva de las angiospermas (Cretácico-Paleógeno) en Argentina a través de los registros paleoflorísticos. *Ameghiniana* 50° aniversario - Publicación Especial, 11: 157-172.
- Quattrocchio, M.E. 1978a. Estudio palinológico de la Formación Lumbreira (Grupo Salta), localidad Pampa Grande, prov. De Salta, República Argentina. *II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y I Congreso Latinoamericano de Paleontología*, Buenos Aires. Resúmenes: 31.
- Quattrocchio, M.E. 1978b. Datos paleoecológicos y paleoclimatológicos de la Formación Lumbreira (Grupo Salta). *Ameghiniana*, 15: 173-181.
- Quattrocchio, M.E. 1978c. Contribución al conocimiento de la palinología estratigráfica de la Formación Lumbreira (Terciario inferior, Grupo Salta). *Ameghiniana*, 15: 285-300.
- Quattrocchio, M.E. 1999. Estratigrafía y correlación regional: Zonación palinológica: Cuenca del Grupo Salta (Paleoceno-Eoceno). En: *14 Congreso Geológico Argentino*, Salta. Relatorio 1: 301-307.
- Quattrocchio, M., Durango de Cabrera, J. y Galli, C. 2003. Formación Anta (Mioceno Temprano/Medio), Subgrupo Metán (Grupo Orán), en el río Piedras, Pcia. de Salta. Datos palinológicos. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 58: 117-127.
- Quattrocchio, M.E. y Volkheimer, W. 1988. Microflora de los estratos limitrofes entre Cretácico y Terciario en las localidades de Tilán y Corralito, Cuenca del Grupo Salta. Descripciones sistemáticas. *IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas 3: 109-118.
- Quattrocchio, M.E., Marquillas, R. y Volkheimer, W. 1988. Palinología, paleoambientes y edad de la Formación Tunal, Cuenca del Grupo Salta (Cretácico-Eoceno) República Argentina. *IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, Actas 3: 95-107.
- Rubinstein, C. 1995. Acritarchs from the Upper Silurian of Argentina. Their relations with Gondwana. *Journal of South American Earth Sciences*, 8: 103-115.
- Rubinstein, C.V. 1997. Tremadocian acritarchs from northwestern Argentina. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 98: 41-45.
- Rubinstein, C.V. 2003a. Ordovician acritarchs from northwestern Argentina: new insights into the biostratigraphy and paleoenvironmental aspects of the Central Andean Basin and Famatina. En: Albanesi, G.L.; Beresi, M.S. y Peralta, S.H. (Eds.): Ordovician from the Andes. *INSUGEO, Serie de Correlación Geológica*, 17: 125-130.
- Rubinstein, C.V. 2003b. Palinomorfos del Ordovícico y Silúrico en el Río Capillas, Sierras Subandinas, Argentina. *Ameghiniana*, 40: Resúmenes, 15R.
- Rubinstein, C.V. 2005. Ordovician to Lower Silurian palynomorphs from the Sierras subandinas (Subandean ranges), northwestern Argentina: a preliminary report. *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology – Memoir Abstract*: 51-56.
- Rubinstein, C.V., de la Puente, G.S., Servais, T., Vecoli, M y Astini, R.A. 2007. Advances in the Ordovician palynology of Argentina: Biostratigraphy and paleobiogeography. En: E. Díaz-Martínez e I. Rábano (Eds.), 4th European Meeting on the Palaeontology and Stratigraphy of Latin America Cuadernos del Museo Geominero, nº 8. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid: 349-354.
- Rubinstein, C.V., Mángano, M.G. y Buatois, L.A. 2003. Late Cambrian acritarchs from the Santa Rosita Formation: Implications for the Cambrian-Ordovician Boundary in the Eastern Cordillera, northwest Argentina. *Revista Brasileira de Paleontología*, 6: 43-48.
- Rubinstein, C.V. y Toro, B.A. 1999. Acritarch and graptolite biostratigraphy in the lower Arenig of the peri-Gondwana related Eastern Cordillera. *Acta Universitatis Carolinae (Geologica)*, 43: 255-258.
- Rubinstein, C.V. y Toro, B.A. 2001. Review of acritarch biostratigraphy in the Arenig of Eastern Cordillera, northwestern Argentina. New data and calibration with the graptolite zonation. En: Weiss R.H. (Ed.) *Contributions to Geology and Palaeontology of Gondwana – In honour of Helmut Wopfner*. Geological Institute, University of Cologne Germany, 421-439.
- Rubinstein, C. y Toro, B. 2002 The *messaoandensis-trifidum* acritarch assemblage (late Tremadoc-early Arenig) from Parcha, Eastern Cordillera, northwestern Argentina. *CIMP International Meeting and Workshops*, Lille, France. *Palaeozoic Palynology in the Third Millennium: new directions in acritarch, chitinozoan and miospore research*. Abstract Volume: 48.
- Rubinstein, C. V. y Toro, B. A. 2006. Aeronian (Llandovery, Lower Silurian) palynomorphs and graptolites from the Lipeón Formation, Eastern Cordillera, north-west Argentina. *Geobios*, 39: 103-111.
- 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: 267-286.
- Rubinstein, C.V. y Vaccari, N.E. 2001. Palynomorphs of the Ordovician-Silurian boundary in the Salar del Rincón Formation, Argentine Puna. *First Meeting of the C.I.M.P. Spores and Pollen Subcommittee*, National University of Ireland, Cork, Ireland. Abstracts, 40-41.
- Rubinstein, C.V. y Vaccari, N.E. 2004. Cryptospore assemblage from the Ordovician Silurian boundary in the Puna region, north-west Argentina. *Palaeontology*, 47: 1037-1061.
- Starck, D. y Anzótégui, L.M. 2001 The late climatic change persistence of a climatic signal through the orogenic stratigraphic record in northwestern of Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 14: 763-774.
- Stelzner, A. 1885. Beiträge zur Geologie und Paleontologie der argentinischen Republik und das angrenzenden, zwischen dem 32° und 33° S gelegenden Teiles der Chilenischen Cordillere. I. *Geologischer Teil. Cassel & Berlin*, 329 pp.
- Tortello, M.F., Esteban, S.B., Aceñolaza, G.F., Araújo, L., Powell, J.E., Carrizo, H. y Azcuy, C. 2008. Paleontología y bioestratigrafía de la provincia de Jujuy. En: B. Coira y E.O. Zappettini (Eds.). Geología y recursos naturales de la provincia de Jujuy. *Relatorio del XVII Congreso Geológico Argentino*, Jujuy. 1: 589-605.
- Turner, J.C. y Mon, R. 1979. Cordillera Oriental. *Segundo Simposio de Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba. Tomo I: 57-94.
- Vavrdova, M. 1974. Geographical differentiation of Ordovician acritarch assemblages in Europe. *Review of Paleobotany and Palynology*, 18: 171-175.
- Vergel, M.M., Araújo, L. y Rubinstein, C.V. 2002. Ordovician Palynomorphs of the Argentina: an integrated approach. En: F.G. Aceñolaza (Ed.) Aspects of the Ordovician System in Argentina. *Serie Correlación Geológica*, 16: 209-224.
- Vergel, M.M., Aceñolaza, G.F. y Araújo, L. 2007. La Formación Casa Colorada en la quebrada de Moya (Cambro-Ordovícico): aportes a la cronoestratigrafía de una localidad clásica de la Cordillera Oriental de Jujuy (Argentina). *Ameghiniana*, 44: 621-630.
- Vergel, M.M., di Pasquo, M., Araújo, L. y Noetinger, S. (en prensa) Asociaciones palinológicas del Paleozoico en la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. *XII Simposio Brasileiro de Paleobotânica e Palinologia*, Florianópolis. Noviembre, 2008.
- Vergel, M.M., di Pasquo, M., Araújo, L., Noetinger, S. y Aceñolaza, G.F. 2008. Estudios palinoestratigráficos del Paleozoico en la Sierra de Zenta, provincia de Jujuy, Argentina. *2° Jornadas Geológicas Dirección de Geología Fundación Miguel Lillo*, Tucumán. Resúmenes: 152-154.

- Vistali, M.C. 1989. Cuenca Siluro-Devónica del Noroeste. En: G. Chebli y L. Spalletti (Eds.) Cuencas Sedimentarias Argentinas, *Serie Correlación Geológica*, UNT , 6: 19-41.
- 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: 401-416.
- Volkheimer, W. Melendi, D.L. y Salas, A. 1983. Quitinozoarios silúricos y devónicos del noroeste argentino. Su importancia estratigráfica. *Boletín YPFB*: 171-183.
- Volkheimer, W. Melendi, D.L. y Salas, A. 1986. Devonian chitinozoans from Northwestern Argentina. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* ,173: 229-251.

Recibido: 10 de Julio de 2008
Aceptado: 28 de Septiembre de 2008