

Integración de estratigrafía secuencial, sedimentología e icnología para un análisis cronoestratigráfico del Paleozoico inferior del noroeste argentino

M. Gabriela MÁNGANO y Luis A. BUATOIS

Conicet-Insugeo, Casilla de correo 1, Correo Central, 4000 San Miguel de Tucumán

RESUMEN. La integración de información estratigráfica secuencial, sedimentológica e icnológica permite re-evaluar el marco cronoestratigráfico del Paleozoico inferior del noroeste argentino. Este conjunto de datos sugiere una edad vendiana a nemakitiana-daldyniana para la Formación Puncoviscana, una edad cámbrica temprana tardía a cámbrica media para el Grupo Mesón y una edad cámbrica tardía a tremadociana para la Formación Santa Rosita. La fase tilcárica, responsable de la discordancia angular entre la Formación Puncoviscana y el Grupo Mesón, es considerada de este modo como intra-cámbrica inferior. El contacto entre el Grupo Mesón y la Formación Santa Rosita está representado por una discontinuidad (límite de secuencia) originada por un descenso relativo del nivel del mar que tuvo lugar alrededor de la transición entre el Cámbrico Medio y el tardío. La sedimentación del Cámbrico Tardío estuvo inicialmente restringida a los ejes de valles fluvio estuarinos y subsecuentemente se expandió durante una transgresión a escala de cuenca.

Palabras clave: *Paleozoico inferior, Noroeste de Argentina, Sedimentología, Icnología, Estratigrafía secuencial*

ABSTRACT. *Integration of sequence stratigraphy, sedimentology and ichnology in a chronostratigraphic analysis of the lower Paleozoic of northwest Argentina.* This set of data suggests a Vendian to Nemakit-Daldynian age for the Puncoviscana Formation, a late Early Cambrian to Middle Cambrian age for the Mesón Group, and a Late Cambrian to Tremadocian age for the Santa Rosita Formation. The Tilcaric Phase, responsible for the angular unconformity between the Puncoviscana Formation and the Mesón Group, is regarded as intra-Early Cambrian. The contact between the Mesón Group and the Santa Rosita Formation is represented by an unconformity (sequence boundary) due to a relative sea level fall that took place near the Middle to Late Cambrian transition. Late Cambrian sedimentation was initially restricted to the axis of fluvio-estuarine paleovalleys and subsequently expanded during a basinwide transgression.

Key words: *Lower Paleozoic, Northwest Argentina, Sedimentology, Ichnology, Sequence stratigraphy*

Introducción

Las edades del basamento metasedimentario y de las unidades paleozoicas del noroeste argentino han sido largamente debatidas (Turner 1960; Mirré y Aceñolaza 1972; Aceñolaza y Toselli 1981; Alonso y Marquillas 1981; Hongn *et al.* 2001a,b). En los últimos años se ha avanzado sobre muchos de estos problemas, pero aún persisten varios interrogantes sobre todo en lo referido a supuestas inconsistencias entre las distintas líneas de evidencia. El objetivo de este trabajo es abordar la problemática cronoestratigráfica de estas unidades mediante el análisis de evidencias sedimentológicas, aloestratigráficas e icnológicas recientemente documentadas. Con esta contribución buscamos plantear que la integración de evidencias paleontológicas en un marco estratigráfico-secuencial proporciona información clave sobre aspectos cronoestratigráficos controvertidos. Asimismo, intentaremos demostrar que estas evidencias no son incompatibles

con la información disponible proveniente de otras áreas (*e.g.*, geología isotópica, geología estructural).

Análisis del problema

Formación Puncoviscana

La Formación Puncoviscana fue definida por Turner (1960) para denominar rocas del basamento en la región de la sierra de Santa Victoria. Distintos nombres formacionales (*e.g.*, Suncho, Medina, San Javier, Guachos) se han propuesto posteriormente para afloramientos ubicados hacia el sur (*e.g.*, Mirré y Aceñolaza 1972; Toselli *et al.* 1975; Moya 1998). Sin embargo, las relaciones entre estas distintas unidades no resultan aún claras, por lo que la denominación Formación Puncoviscana ha prevalecido como un sinónimo efectivo de basamento metasedimentario. Evidentemente, éste es susceptible de ser

dividido ya que incluye distintas unidades, las cuales varían en grado de metamorfismo y estilos de deformación (cf., Mon y Hongn 1988, 1991; Hongn 1996; Moya 1998; Becchio *et al.* 1999). A su vez, estudios recientes (Buatois *et al.* 2000a; Buatois y Mángano 2003a; van Staden y Zimmermann, 2003) han cuestionado la interpretación habitual de la Formación Puncoviscana como enteramente depositada en ambientes marinos profundos, sugiriendo una mayor variabilidad paleoambiental.

Las primeras investigaciones estratigráficas en el noroeste argentino llevaron a considerar al basamento metasedimentario, representado por la Formación Puncoviscana y probables equivalentes, como de edad precámbrica (Turner, 1960, 1972). Esta perspectiva cambió radicalmente con el hallazgo del icnogénero *Oldhamia* por parte de Mirré y Aceñolaza (1972) en el entonces denominado basamento cristalino, ya que este icnogénero sólo se conoce en el Cámbrico. El icnogénero *Oldhamia* ha sido documentado en Irlanda, España, Bélgica, Polonia, Alaska, Canadá, Estados Unidos, Marruecos y Mongolia, en rocas cuyas edades oscilan entre el Cámbrico Temprano temprano y, en contados casos, el Cámbrico Medio temprano (Forbes 1849; Malaise 1883; Sollas 1900; Churkin y Brabb 1965; Crimes y Crossley 1968; Dhonau y Holland 1974; Crimes 1976; Crimes *et al.* 1977; Hofmann y Cecile 1981; Kowalski 1987; El Hassani y Willefert 1990; Lindholm y Casey 1990; Sweet y Narbonne 1993; Hofmann *et al.* 1994; Holland 2001; Verniers *et al.* 2001). Un posible ejemplar de *Oldhamia*, de diseño mucho más simple, ha sido documentado en el Vendiano tardío de Carolina del Norte (Seilacher y Pflüger 1992). La subsecuente documentación de la icnofauna de la Formación Puncoviscana (e.g., Aceñolaza y Durand 1973; Durand y Aceñolaza 1990) dejó pocas dudas acerca de que esta unidad, al menos en sus tramos más jóvenes, debía alcanzar el Cámbrico Temprano. La icnofauna fue tomada, de este modo, como evidencia de una edad tomotiana (Durand y Aceñolaza 1990; Durand 1993) y la fase tilcárica fue ubicada entre el Cámbrico Inferior y el Medio. Este esquema fue mantenido casi invariablemente hasta la actualidad (e.g., Aceñolaza *et al.* 1999), si bien en una revisión reciente Aceñolaza (2003) ha considerado a *Nereites saltensis* y *Tasmanadia* como de edad vendiana. Las razones de tal asignación no resultan claras ya que *Tasmanadia* es una huella de artrópodo y existe consenso entre los distintos especialistas que estructuras de este tipo no se conocen en estratos vendianos (e.g., Crimes 1987, 1992; Jensen 2003). Por su parte, las estructuras tradicionalmente asignadas a *Nereites saltensis* reflejan una estrategia de alimentación relativamente compleja que evidencia un comportamiento fobotáctico incipiente (cf. Seilacher 1974, fig. 2), asimilable a patrones típicamente fanerozoicos. Recientemente, un nuevo análisis de la icnofauna de la Formación Puncoviscana ha sugerido que la misma podría corresponder al Nemakitiano-Daldyniano en lugar del Tomotiano (Fig. 1) (Buatois y Mángano 2003a). La restricción de las trazas fósiles a los planos de estratificación, la ausencia de bioturbación vertical y los estilos de vida asociados al desarrollo de tapetes micro-

biales son características que sugieren una edad algo más antigua que tomotiana (Buatois y Mángano 2003b).

Esta perspectiva resulta más compatible con las dataciones que se fueron documentando en la última década. Adams *et al.* (1990) proporcionaron edades K-Ar en afloramientos de distintas regiones del noroeste argentino, detectando dos agrupaciones de edades sobre el análisis de 17 muestras: 535 a 540 Ma para las pizarras aflorantes en las cercanías de Cafayate y en la quebrada del Toro y 565 a 568 Ma para los esquistos de la sierra de San Javier y río Choromoro. La distribución de edades es coincidente con la distribución de trazas fósiles, ya que la icnofauna estaría restringida a los afloramientos más jóvenes. Las supuestas trazas fósiles halladas en la región del río Choromoro han sido reinterpretadas como estructuras vinculadas a tapetes microbiales (Buatois *et al.* 2000a; Buatois y Mángano 2003a). Por su parte, Lork *et al.* (1990) presentaron dataciones U-Pb en circones detríticos de dos muestras, una arenisca ligeramente metamorfizada y un xenolito de la Formación Puncoviscana en el granito de La Paya, ambos en los alrededores de Cachi. Las edades obtenidas fueron de 530 a 560 Ma, interpretándose a la misma como edad de cristalización en área de procedencia, lo cual indicaría edad máxima de sedimentación para la Formación Puncoviscana. Una edad nemakitiana-daldyniana para la Formación Puncoviscana ha sido adoptada en estudios recientes, principalmente en base a relaciones de campo y dataciones isotópicas (Sureda y Omarini 1999; Hongn *et al.* 2001a, b).

A modo de generalización, puede postularse que la integración de las distintas líneas de evidencias disponibles sugiere que el basamento metamórfico es susceptible de ser dividido en las siguientes unidades: (1) una unidad de edad vendiana más antigua, con mayor grado de metamorfismo y más intensamente deformada, carente de trazas fósiles, pero muy localmente portadora de posibles estructuras vinculadas a actividad microbiana. Los esquistos de la sierra de San Javier se incluirían en esta unidad. (2) una unidad de edad vendiana más joven, caracterizada por un menor grado de metamorfismo y deformación, con buena preservación de estructuras sedimentarias primarias (en general indicadoras de sedimentación en ambientes marinos someros) y abundante desarrollo de estructuras generadas por tapetes microbiales. Aún no se han detectado trazas fósiles en esta unidad, pero la presencia de pistas de pastoreo simples sería esperable. Los afloramientos de quebrada de Humahuaca constituirían ejemplos de esta unidad vendiana tardía. (3) una unidad de edad nemakitiana-daldyniana, portadora de la icnofauna, con menor grado de metamorfismo y menor deformación, y buena preservación de estructuras sedimentarias primarias. Dentro de esta unidad pueden distinguirse depósitos marinos profundos, portadores de la asociación de *Oldhamia*, con abundantes estructuras vinculadas a tapetes microbiales, y ubicados mayormente hacia la región occidental de la cuenca (e.g. San Antonio de los Cobres, Cuesta Muñano) y depósitos marinos someros, portadores de la asociación de *Nereites*, con mucha menor presencia de evidencias de tapetes microbiales, desarrolla-

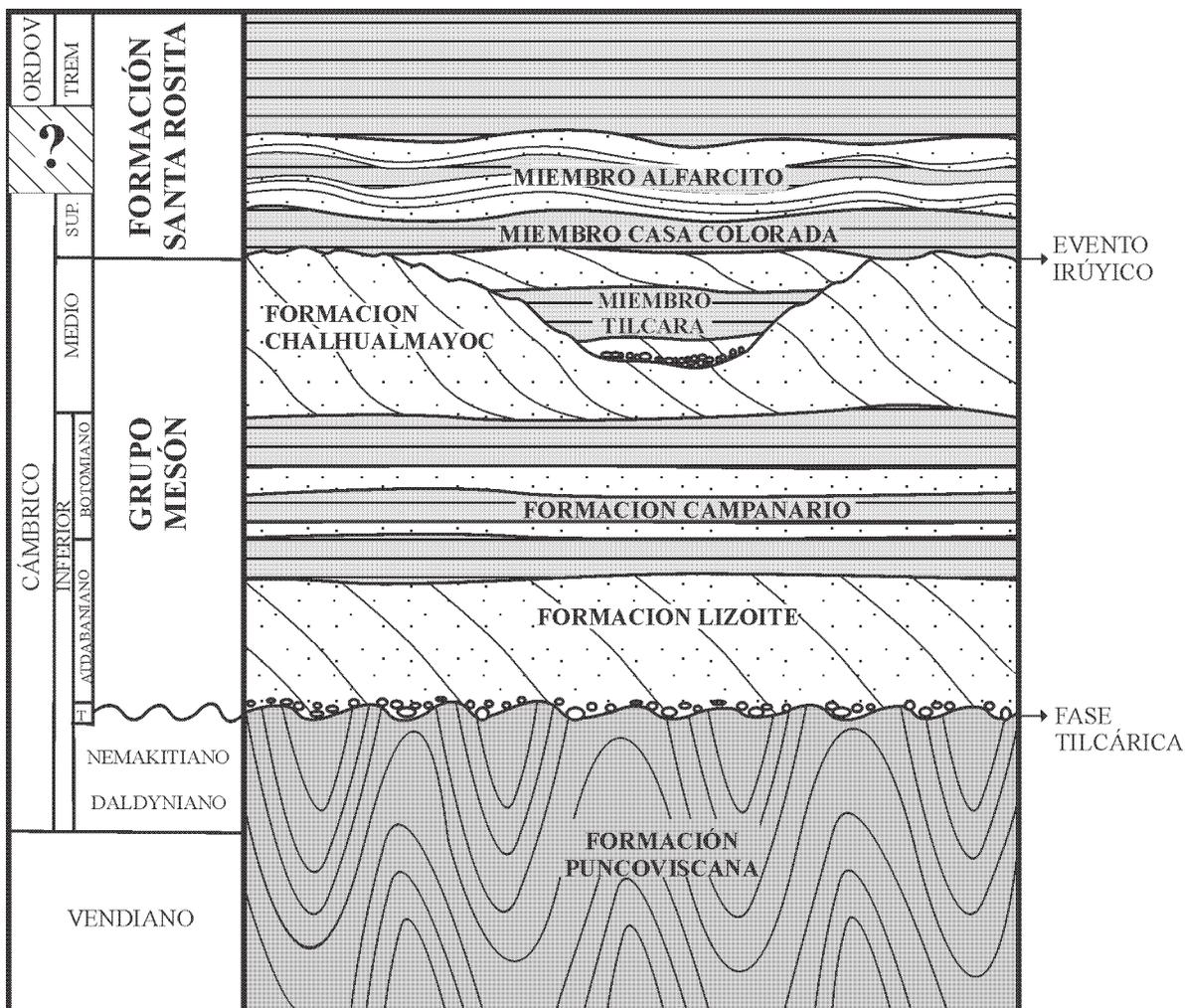


Figura 1: Propuesta de síntesis estratigráfica para el Paleozoico temprano del noroeste argentino. Sólo el tramo inferior de la Formación Santa Rosita es incluido en el diagrama.

dos hacia la zona oriental (e.g. quebrada del Toro) (véase Buatois y Mángano, 2003a para una discusión). Recientemente, van Staden y Zimmermann (2003) notaron la abundancia de glauconita en depósitos de las adyacencias de quebrada del Toro, sugiriendo condiciones marinas someras.

Grupo Mesón

El Grupo Mesón, integrado de base a techo por las Formaciones Lizoite, Campanario y Chalhualmayoc, se apoya sobre la Formación Puncoviscana en fuerte discordancia angular originada por los movimientos de la fase orogénica Tilcárica (Aceñolaza y Toselli 1981). El Grupo Mesón ha sido históricamente asignado al Cámbrico Medio a Tardío en base a tres líneas de evidencias: relaciones estratigráficas, cuerpos fósiles y trazas fósiles. Si se admite una edad vendiana a nemakitiana-daldyniana para la Formación Puncoviscana y una edad cámbrica tardía-tremadociana para la Formación Santa Rosita, el Grupo

Mesón en principio podría extenderse desde el Cámbrico Temprano hasta fines del Cámbrico Medio o incluso inicios del Cámbrico Tardío.

Por su parte, el contenido de fósiles del Grupo Mesón es sumamente pobre. Sánchez y Herrera (1994) mencionaron al braquiópodo inarticulados *Lingulella* sp., pero el mismo no aportaría información bioestratigráfica. La presencia de un pigidio asignado al trilobite *Asaphiscus*, indicador de una edad cámbrica media tardía, fue señalada en estratos asignados a la Formación Lizoite en la región de Potrerillos, Puna Oriental (Aceñolaza 1973; Aceñolaza y Bordonaro 1990; Aceñolaza 2003). Sin embargo, un reciente reconocimiento en dicha área sugiere que los afloramientos en cuestión no corresponden al Grupo Mesón sino que serían correlacionables con la Formación Santa Rosita, por lo que esta evidencia no sería relevante en el presente análisis. Esto es coherente con el hecho de que el ejemplar clasificado como *Asaphiscus* ha sido recientemente reasignado a *Leiostegium douglasi*, una forma tremadociana (Vaccari y Waisfeld 2000). En una síntesis reciente se menciona como una evidencia clave la

presencia de *Parabolina (N.) frequens argentina*, un trilobite común en el Cámbrico Superior del noroeste argentino, en estratos de la Formación Chalhualmayoc en los alrededores de Azul Pampa (Aceñolaza 2003). Este dato evidentemente corresponde a Fernández *et al.* (1982) y Fernández (1983), quienes efectuaron dicha mención originalmente. Sin embargo, estudios realizados en el área muestran que parte de los afloramientos mapeados como parte de la Formación Chalhualmayoc por estos autores corresponde, de acuerdo a su contenido fósil, a estratos equivalentes a la Formación Santa Rosita.

En relación a las trazas fósiles, las evidencias no son hasta el momento concluyentes. La supuesta presencia de *Cruziana semiplicata* en el Grupo Mesón ha sido empleada para sostener una edad cámbrica tardía en distintos trabajos de síntesis (*e.g.*, Durand 1998). Sin embargo, no existe aún evidencia contundente de la presencia de *C. semiplicata* en estratos del Grupo Mesón. Originalmente, Manca (1981) mencionó el hallazgo de *C. semiplicata* en la sección de Angosto de Perchel correspondiente a la Formación Campanario. Posteriormente, esta autora describió e ilustró el espécimen, pero mencionando una proveniencia distinta (Huacalera) y aclarando que el ejemplar no se había colectado del afloramiento, sino que se encontraba suelto en el derrubio (Manca 1986). Nuestro estudio del ejemplar (PIL 12477) confirma la asignación taxonómica, pero revela dudas sobre su proveniencia. No es posible descartar que el mismo provenga de estratos de la Formación Santa Rosita, unidad en que esta icnoespecie es muy abundante. Por su parte, Mángano y Buatois (2003a) documentaron la presencia de *Rusophycus leiferikssoni* en la Formación Campanario. Hasta el presente, esta icnoespecie se conoce sólo del Cámbrico Tardío y Tremadociano de Terranova (Bergström 1976; Fillion y Pickerill 1990). Sin embargo, los ejemplares de la Formación Campanario muestran ciertas variaciones morfológicas con respecto al material tipo, lo cual sugiere que los mismos podrían eventualmente distinguirse a nivel de icnosubespecies, las cuales podrían tener rango stratigráfico ligeramente distinto (Mángano y Buatois 2003a). Otra forma problemática es el icnogénero *Syringomorpha*. Alonso y Marquillas (1981) registraron este icnogénero en la Formación Campanario, incorporándose esta forma en listados posteriores (Aceñolaza *et al.* 1982). Sin embargo, esta identificación fue cuestionada posteriormente por Manca (1989), quien colectó especímenes adicionales a los que reasignó a *Daedalus*. Un estudio de este material y colecciones adicionales indican que, al menos en parte, los especímenes deben ubicarse en *Syringomorpha nilssoni* (Mángano y Buatois 2001). La presencia de *Syringomorpha* en el Grupo Mesón ha sido también destacada por Omarini *et al.* (1999). Hasta el presente, *Syringomorpha* se conoce sólo del Cámbrico Temprano, en particular del Atdabaniano, habiendo sido registrada en Alemania (Richter 1927), la República Checa (Pek y Gába 1983) y Suecia (Torell 1868; Westergård 1943; Jensen 1997). Si bien el material tipo fue descrito de erráticos glaciarios (Richter 1927), se cuenta en la actualidad con estudios de detalle que documentan la posición

stratigráfica distintiva de *Syringomorpha* en la región Báltica (Jensen 1997). Los especímenes del Vendiano de Carolina del Norte que fueron asignados por Gibson (1989) a *Syringomorpha* presentan el *spreite* en el plano horizontal, por lo que no corresponden en realidad a este icnogénero (Jensen 1997), habiendo sido posteriormente atribuidos a *Oldhamia* (*cf.*, Seilacher y Pflüger 1992). La asociación de *Syringomorpha* y *Rusophycus leiferikssoni* en la Formación Campanario es bastante inusual, pero no es en principio incompatible con una edad atdabaniana-cámbrica media para el Grupo Mesón (Fig. 1). Este hecho indicaría que, o bien *Rusophycus leiferikssoni* puede llegar al Cámbrico Temprano, o bien el rango de *Syringomorpha* debe ampliarse.

Recientemente, Hongn *et al.* (2001a,b) presentaron una datación U/Pb de 526 ± 2 Ma para el batolito de Tastil. En el Angosto de la Quesera, areniscas equivalentes de la Formación Santa Rosita se apoyan en relación de no concordancia sobre el granito (Moya 1988, 1999), el cual registraría el magmatismo vinculado a la fase tildárica (Moya, comunicación personal). A diferencia de lo sugerido por otros autores (*e.g.*, Aceñolaza *et al.* 2003), no se han detectado afloramientos del Grupo Mesón en el área (Moya 1988, 1999; observaciones personales).

Formación Santa Rosita

Esta unidad y sus equivalentes fueron originalmente consideradas como enteramente tremadocianas (*e.g.*, Harrington y Leanza 1957; Turner 1960; López y Nullo 1969; Fernández *et al.* 1982; Aceñolaza y Manca 1982). Sin embargo, distintos autores fueron postulando que su tramo inferior incluía estratos de edad cámbrica tardía sobre la base de trilobites, graptolitos, braquiópodos y conodontes (*e.g.*, Benedetto 1977; Moya *et al.* 1994; Rao *et al.* 1994; Rao y Hünicken 1995; Tortello *et al.* 1999; Moya y Albanesi 2000). La tendencia durante los últimos años (*e.g.*, Aceñolaza y Aceñolaza 1992; Tortello y Aceñolaza 1993, 1999; Aceñolaza 1996; di Cunzuolo *et al.* 2003) fue la de ubicar el límite cámbrico-ordovícico en la unidad pelítica que se dispone hacia el tramo inferior de la Formación Santa Rosita y que ha recibido diversos nombres en las distintas regiones (*e.g.*, Miembro Casa Colorada, Formación Lampazar). Sin embargo, se ha sugerido en otros trabajos que este intervalo pelítico quedaría enteramente comprendido en el Cámbrico Superior (*e.g.*, Tortello *et al.* 1999; Moya y Albanesi 2000; Buatois *et al.* 2003; Moya *et al.* 2003; Zeballo *et al.* 2003). El hallazgo de los primeros acritarcos cámbricos de la Argentina en niveles del Miembro Casa Colorada aporta evidencias a favor de esta nueva postura (Rubinstein *et al.* 2003).

Muchas confusiones se generaron por la ausencia de secciones stratigráficas de detalle, lo cual impedía incluir la información paleontológica en un marco paleoambiental que posibilitara integrar tal información en un esquema de evolución depositacional de la cuenca. A su vez, esto derivó en que en muchas regiones los estratos correspondientes a la Formación Santa Rosita y equivalentes

tes fueran confundidos con el Grupo Mesón. Recientes estudios sedimentológicos y estratigráfico-secuenciales en las regiones de quebrada de Humahuaca (Mángano y Buatois 2002; Buatois y Mángano 2003c) y Angosto del Moreno (Buatois *et al.* 2003) han proporcionado un marco depositacional al límite cámbrico-ordovícico. Estos estudios sugieren que la unidad pelítica inferior, que representa principalmente depósitos marinos abiertos de *offshore*, es sucedida por un intervalo predominantemente arenoso con dominio de oleaje (Miembro Alfarcito y equivalentes). Este intervalo incluye, de base a techo areniscas de *shoreface* de regresión forzada, areniscas y pelitas que registran sedimentación en ambientes más distales (hasta *offshore* superior) y areniscas de *shoreface* de regresión normal. Por encima del Miembro Alfarcito, se dispone un intervalo pelítico que refleja un evento transgresivo a escala de cuenca (Moya 1988; Buatois *et al.* 2003). El límite cámbrico-ordovícico puede coincidir con esta transgresión mayor o con la transgresión de menor escala registrada en la unidad media del Miembro Alfarcito.

Por su parte, los depósitos de *offshore* del Miembro Casa Colorada y equivalentes son subyacidos por una potente sucesión marina marginal con dominio de procesos mareales reconocida originalmente por Moya (1988), quien la asignó al Miembro Tilcara. Notablemente, esta unidad ha pasado inadvertida en estudios estratigráficos subsecuentes, siendo confundida con el Miembro Casa Colorada o incluso con el Grupo Mesón (*e.g.* Aceñolaza 1996: 31-32; Aceñolaza 2003). Más recientemente, di Cunzolo *et al.* (2003) explícitamente consideraron al Miembro Tilcara como equivalente de la parte alta de la Formación Chalhualmayoc. Sin embargo, estos mismos autores mencionaron como parte del Miembro Casa Colorada a los depósitos heterolíticos bioturbados de origen mareal, que en rigor corresponden al Miembro Tilcara (Buatois y Mángano 2003c), lo cual evidencia los problemas de reconocimiento de unidades mencionados oportunamente. El Miembro Tilcara se acumuló rellenando valles fluvioestuarinos labrados sobre la Formación Chalhualmayoc del Grupo Mesón durante un descenso relativo del nivel del mar (Moya 1998; Buatois *et al.* 2000b; Mángano y Buatois 2002; Buatois y Mángano 2003c). Depósitos similares en la región de Parcha-Incamayo han sido recientemente incluidos en la Formación Sococha por Astini (2003). Incluso se ha mencionado la posible existencia de un valle compuesto, generado por dos eventos de descenso relativo de nivel del mar (Buatois y Mángano 2003c), lo cual implicaría aún más tiempo involucrado en la depositación del Miembro Tilcara. Estos paleovalles fueron subsecuentemente ahogados por la transgresión regional representada por el Miembro Casa Colorada. En las zonas de interfluvio (*e.g.*, Arroyo de Sapagua), los depósitos marinos abiertos apoyan directamente sobre la Formación Chalhualmayoc mediante una superficie coplanar (límite de secuencia / superficie de inundación amalgamada) y el Miembro Tilcara se encuentra ausente. Hacia el margen del paleovalle, el Miembro Tilcara está representado únicamente por su unidad arenosa cuspidal

acumulada en barras de arenas submareales del sector externo del estuario (Buatois y Mángano 2003c). Con la excepción de concentraciones de lingúlidos en facies de canales o de tempestitas, el Miembro Tilcara carece mayormente de fauna, ya que se desarrolló bajo condiciones de agua dulce a salobre, por lo cual no ha recibido mayor atención en estudios de índole bioestratigráfica. Sin embargo, los depósitos acumulados en los sectores más externos del estuario contienen una asociación de trazas fósiles de trilobites correspondientes a los grupos de *Cruziana omanica* y *Cruziana semiplicata*, los cuales son consistentes con una edad cámbrica tardía (Mángano y Buatois 2003b). La existencia de este intervalo es relevante en la cronoestratigrafía de las unidades paleozoicas ya que estos valles preservados hacia la base de la Formación Santa Rosita contienen una historia sedimentaria cámbrica "oculta" (Fig. 1).

La base de la Formación Santa Rosita representa de este modo un límite de secuencia producido por una caída relativa del nivel del mar que habría tenido lugar probablemente alrededor de la transición entre el Cámbrico Medio y el Cámbrico Tardío (Moya 1998; Buatois *et al.* 2000b). El relleno de los valles tuvo lugar mayormente en el Cámbrico Tardío durante una fase transgresiva (Mángano y Buatois 2002; Buatois y Mángano 2003c). A su vez, los depósitos marinos abiertos que se presentan hacia el tramo inferior de la Formación Santa Rosita también se habrían acumulado durante el Cámbrico Tardío. En síntesis, la integración de evidencias estratigráfico-secuenciales, bioestratigráficas y sedimentológicas indica la depositación de un considerable espesor de sedimentos durante el Cámbrico Tardío.

Conclusiones

La integración de información aloestratigráfica, sedimentológica e icnológica sugiere una edad vendiana a nemakitiana-daldyniana para la Formación Puncoviscana, una edad cámbrica temprana tardía a cámbrica media para el Grupo Mesón y una edad cámbrica tardía a tremadociana para la Formación Santa Rosita. La fase tilcárica, responsable de una fuerte discordancia angular, es considerada aquí como intra-cámbrica inferior. Tal cual postulara Moya (1998), el evento irúyico se vincularía a un descenso relativo del nivel del mar; el mismo habría tenido lugar alrededor de la transición cámbrica media-cámbrica tardía. Esta perspectiva cronoestratigráfica, derivada de un estudio integrado icnológico y estratigráfico-secuencial, es coherente con evidencias provenientes de otros campos, tales como dataciones geocronológicas y análisis de deformación. Si bien los extensos afloramientos del basamento y su cobertura sedimentaria eopaleozoica prometen nuevos problemas a las futuras generaciones de geólogos, viejas preguntas pueden ser re-examinadas y nuevas respuestas más satisfactorias encontradas, si se adopta un enfoque interdisciplinario que busque articular múltiples líneas de evidencia.

Agradecimientos

Estos estudios han sido financiados por la Fundación Antorchas, la Agencia de Promoción en Ciencia y Tecnología y los Consejos de Investigación de las Universidades Nacionales de Salta y Tucumán. Discusiones con diversos colegas, entre ellos, Florencio Aceñolaza, Guillermo Albanesi, Ricardo Astini, Fernando Hongn, Susana Malanca, Cristina Moya, Gladys Ortega, Víctor Ramos, Franco Tortello y Beatriz Waisfeld, han sido muy valiosas. Agradecemos especialmente a Fernando Hongn por sus comentarios a una versión preliminar del manuscrito y a Guillermo Albanesi y Cristina Moya por el arbitraje.

TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- Aceñolaza, F.G., 1973. Sobre la presencia de trilobites en las cuarcitas del Grupo Mesón en Potrerillos, provincia de Salta. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 28: 309-311.
- Aceñolaza, F.G. y Aceñolaza, G.F., 1992. The genus *Jujuyaspis* as a world reference fossil for the Cambrian-Ordovician boundary. En: Webby, B., Laurie, J.R. (Eds.), *Global Perspectives on Ordovician Geology*. Balkema, Rotterdam: 115-120.
- Aceñolaza, F.G. y Bordonaro, O., 1990. Presencia de *Asaphiscus* (Asaphiscidae-Trilobita) en la Formación Lizoite, Potrerillos, Salta y su significado geológico. *Serie Correlación Geológica*, 5: 21-28.
- Aceñolaza, F.G. y Durand, F.R., 1973. Trazas fósiles del basamento cristalino del noroeste argentino. *Boletín de la Asociación Geológica de Córdoba*, 2: 45-55.
- Aceñolaza, F.G. y Manca, N. del V., 1982. *Bifungites* sp. (traza fósil) en capas del Ordovícico inferior de la región de Perchel, Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy. *Ameghiniana*, 19: 157-164.
- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J., 1981. Geología del Noroeste Argentino. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Publicación Especial 1287: 1-212.
- Aceñolaza, F.G., Fernández, R.I. y Manca, N. del V., 1982. Caracteres bioestratigráficos y paleoambientales del Grupo Mesón (Cámbrico Medio-Superior), centro-oeste de América del Sur. *Estudios Geológicos*, 38: 385-392.
- Aceñolaza, F.G., Aceñolaza, G.F. y Esteban, S., 1999. Bioestratigrafía de la Formación Puncoviscana y unidades equivalentes en el NOA. En González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.): *Relatorio XIV Congreso Geológico Argentino*. Geología del Noroeste Argentino 1: 91-114.
- Aceñolaza, G. F., 1996. Bioestratigrafía del límite Cámbrico-Ordovícico y Ordovícico basal en la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, República Argentina. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. (Inédito).
- Aceñolaza, G.F., 2003. The Cambrian System in Northwestern Argentina: stratigraphical and palaeontological framework. *Geologica Acta*, 1: 23-39.
- Aceñolaza, G.F., Milana, J.P., Heredia, S. Y Simoes, M., 2003. Stratigraphical and biostratigraphical framework of the Angosto de la Quesera conglomerate complex (Cordillera Oriental of Salta): an incised valley system in the Tremadocian of NW Argentina. En Albanesi, G.L., Beresi, M.S. y Peralta, S.H. (Eds.): *Ordovician from the Andes*. Serie Correlación Geológica, 17: 365-370.
- Adams, Ch., Miller, H. y Toselli, A.J., 1990. Nuevas edades de metamorfismo por el método K-Ar de la Formación Puncoviscana y equivalentes, NW de Argentina. En: Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A.J. (Eds.): *El Ciclo Pampeano en el Noreste Argentino*. Serie Correlación Geológica, 4: 209-219.
- Alonso, R.N. y Marquillas, R.A., 1981. Trazas fósiles de la Formación Campanario (Grupo Mesón, Cámbrico) en el norte argentino. Consideraciones ambientales y geocronológicas. *Revista del Instituto de Geología y Minería*, 4: 95-110.
- Astini, R.A., 2003. Ordovician Basins of Argentina. En Benedetto, J.L. (Eds.): *Ordovician Fossils of Argentina*. Universidad Nacional de Córdoba, Secretaría de Ciencia y Tecnología: 1-74.
- Becchio, R., Lucassen, F., Franz, G., Viramonte, J. Y Wemmer, K., 1999. El basamento paleozoico inferior del noroeste de Argentina (23°-27° S) – Metamorfismo y geocronología. En González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.): *Relatorio XIV Congreso Geológico Argentino*. Geología del Noroeste Argentino 1: 58-72.
- Benedetto, J.L., 1977. Algunas consideraciones acerca de la posición del límite Cambro-Ordovícico en Sudamérica. *Geos*, 23: 3-11.
- Bergström, J., 1976. Lower Palaeozoic trace fossils from eastern Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 13: 1613-1633.
- Buatois, L.A. y Mángano, M.G., 2003a. La icnofauna de la Formación Puncoviscana en el noroeste argentino: Implicancias en la colonización de fondos oceánicos y reconstrucción de paleoambientes y paleoecosistemas de la transición precámbrica-cámbrica. *Ameghiniana*, 40: 103-117.
- Buatois, L.A. y Mángano, M.G., 2003b. Early colonization of the deep sea: Ichnologic evidence of deep-marine benthic ecology from the Early Cambrian of northwest Argentina. *Palaos*, 18.
- Buatois, L.A. y Mángano, M.G., 2003c. Sedimentary facies and depositional evolution of the Upper Cambrian to Lower Ordovician Santa Rosita Formation in northwest Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*.
- Buatois, L.A., Mángano, M.G., Aceñolaza, F.G. y Esteban, S.B., 2000a. The Puncoviscana ichnofauna of northwest Argentina: A glimpse into the ecology of the Precambrian-Cambrian transition. En: *Cambrian from the southern edge*, Miscelánea 6, Instituto Superior de Correlación Geológica: 82-84.
- Buatois, L.A., Mángano, M.G. y Moya, M.C., 2000b. Incisión de valles estuarinos en el Cámbrico Tardío del noroeste argentino y la problemática del límite entre los grupos Mesón y Santa Victoria. Resúmenes Segundo Congreso Latinoamericano de Sedimentología, Resúmenes: 55. Mar del Plata.
- Buatois, L.A., Moya, M.C., Mángano, M.G. y Malanca, S., 2003. Paleoenvironmental and sequence stratigraphic framework of the Cambrian-Ordovician transition in the Angosto del Moreno area, northwest Argentina. *Proceedings of the 9th International Symposium on the Ordovician System*, San Juan: 397-401.
- Churkin, M. Jr. y Brabb, E.E., 1965. Occurrence and stratigraphic significance of *Oldhamia*, a Cambrian trace fossil, in East-Central Alaska. *United States Geological Survey Professional Paper*, 525-D: D120-D124.
- Crimes, T.P., 1976. Trace fossils from the Bray Group (Cambrian) at Howth, Co. Dublin. *Geological Survey of Ireland Bulletin* 2: 53-67.
- Crimes, T.P., 1987. Trace fossils and correlation of late Precambrian and early Cambrian strata. *Geological Magazine* 124: 97-119.
- Crimes, T.P., 1992. The record of trace fossils across the Proterozoic-Cambrian boundary. En J.H. Lipps y P. W. Signor (Eds.): *Origin an Early Evolution of the Metazoa*. Plenus Press, New York: 177-199.
- Crimes, T.P. y Crossley, J.D., 1968. The stratigraphy, sedimentology, ichnology and structure of the Lower Paleozoic rocks of part of northeastern Co. Wexford. *Proceedings Royal Irish Academy*, 67B: 185-215.
- Crimes, T. P., Legg, I., Marcos, A. y Arboleya, M., 1977. ?Late Precambrian-low Lower Cambrian trace fossils from Spain. En: T.P. Crimes y J.C. Harper (Eds.), *Trace Fossils 2*. *Geological Journal Special Issue*, 9: 91-138.
- Dhonau, N.B. y Holland, C.H., 1974. The Cambrian of Ireland. En: Holland, C.H. (Ed.), *Cambrian of the British Isles, Norden, and Spitsbergen*. John Wiley & Sons, Bristol: 157-176.

- Di Cunzolo, S., Aceñolaza, G.F. y Rodríguez Brizuela, R., 2003. *Cruziana-Skolithos* ichnoassociation in the Casa Colorada Formation (Upper Cambrian-Tremadocian), Cordillera Oriental of Jujuy Province. En Albanesi, G.L., Beresi, M.S. y Peralta, S.H. (Eds.): Ordovician from the Andes. Serie Correlación Geológica, 17: 285-288.
- Durand, F.R., 1993. Las icnofacies del basamento metasedimentario en el Noroeste Argentino: Significado cronológico y aspectos paleogeográficos. Actas 12do Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2: 260-267. Mendoza.
- Durand, F.R., 1998. Cámbrico Superior: Formación Candelaria. En Gianfrancisco, M., Puchulu, M.E., Durango de Cabrera, J. y Aceñolaza, G.F. (Eds.): Geología de Tucumán. Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán, p. 79-82.
- Durand, F.R. y Aceñolaza, F.G., 1990. Caracteres biofaunísticos, paleocológicos y paleogeográficos de la la Formación Puncoviscana (Precámbrico Superior- Cámbrico Inferior) del Noroeste Argentino. En: Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A.J. (Eds.): El Ciclo Pampeano en el Noreste Argentino. Serie Correlación Geológica, 4: 71-112.
- El Hassani, A. y Willefert, S., 1990. La zone cambrienne à *Oldhamia* des Sehoul (Maroc septentrional). Géologie Méditerranéenne, 17: 229-241.
- Fenton, C.L. y Fenton, M.A., 1937. Trilobite «nests» and feeding burrows. American Midland Naturalist, 18: 446-451.
- Fernández, R., 1983. Contribución al conocimiento geológico de la región de Iturbe (Departamento de Humahuaca), Provincia de Jujuy. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán. Inédito.
- Fernández, R., Guerrero, C. y Manca, N., 1982. El límite Cámbrico-Ordovícico en el tramo medio y superior de la quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, Argentina. 5to Congreso Latinoamericano de Geología, Actas, 1: 3-22. Buenos Aires.
- Fillion, D. y Pickerill, R.K., 1990. Ichnology of the Lower Ordovician Bell Island and Wabana Groups of eastern Newfoundland. Palaeontographica Canadiana, 7: 1-119.
- Forbes, E., 1849. On *Oldhamia*, a new genus of Silurian fossils. Journal of the Geological Society of Dublin 4: 20.
- Gibson, G.G., 1989. Trace fossil from late Precambrian Carolina Slate Belt, South-Central North Carolina. Journal of Paleontology, 63: 1-10.
- Harrington, H.J. y Leanza, A.F., 1957. Ordovician Trilobites of Argentina. Department of Geology, University of Kansas, Special Publication, 1: 1-276. University of Kansas Press.
- Hofmann, H.J. y Cecile, M.P., 1981. Occurrence of *Oldhamia* and other trace fossils in Lower Cambrian(?) argillites, Selwyn Mountains, Yukon. Geological Survey of Canada, Paper, 81-1A: 281-289.
- Hofmann, H.J., Cecile, M.P. y Lane, L.S., 1994. New occurrences of *Oldhamia* and other trace fossils in the Cambrian of the Yukon and Ellesmere Island, Arctic Canada. Canadian Journal of Earth Sciences, 31: 767-782.
- Holland, C.H., 2001. Cambrian of Leinster. En: Holland, C.H. (Ed.), The Geology of Ireland. Dunedin Academic Press, Edinburgh: 73-81.
- Hongn, F.D., 1996. La estructura pre-Grupo Mesón (Cámbrico) del basamento del Valle de Lerma, Provincia de Salta. Actas 13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 2: 137-145.
- Hongn, F.D., Tubía, J.M., Aranguren, A. y Mon, R., 2001a. El batolito de Tastil (Salta, Argentina): un caso de magmatismo poliorogénico en el basamento andino. Boletín Geológico y Minero, 112: 113-124.
- Hongn, F.D., Tubía, J.M., Aranguren, A., Mon, R. y Battaglia, R., 2001b. Intrusión del granito rojo del batolito de Tastil en areniscas epaleozoicas en el angosto de la Quesera, Cordillera Oriental, Salta. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 56: 249-252.
- Jensen, S., 1997. Trace fossils from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden. Fossils and Strata, 42: 1-111.
- Jensen, S., 2003. The Proterozoic and Earliest Cambrian Trace Fossil Record: Patterns, Problems and Perspectives. Integrative and Comparative Biology, 43: 219-228.
- Kowalski, W.R., 1987. Trace fossils of the Upper Vendian and Lowermost Cambrian in Southern Poland. Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Earth Sciences, 35: 21-32.
- Lindholm, R. M. y Casey, J.F., 1990. The distribution and possible biostratigraphic significance of the ichnogenus *Oldhamia* in the shales of the Blow Me Down Brook Formation, western Newfoundland. Canadian Journal of Earth Sciences, 27: 1270-1287.
- López, C.R. y Nullo, F.E., 1969. Geología de la margen izquierda de la Quebrada de Humahuaca, de Huacalera a Maimara. Dpto. Tilcara- Prov. de Jujuy, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 24: 173-182.
- Lork, A., Miller, H., Kramm, U. y Grauert, B., 1990. Sistemática U-Pb de circones detríticos de la Formación Puncoviscana y su significado para la edad máxima de sedimentación en la Sierra de Cachi (prov. De Salta, Argentina). En: Aceñolaza, F.G., Miller, H. y Toselli, A.J. (Eds.): El Ciclo Pampeano en el Noreste Argentino. Serie Correlación Geológica, 4: 199-208.
- Malaise, C., 1883. Etudes sur les terrains silurien et cambrien de la Belgique. Bulletin de l'Académie Royale de Belgique, Classe des Sciences, 5: 1-30.
- Manca, N., 1981. Contribución al conocimiento geológico de la zona Angosto de Perchel. Trabajo de Seminario Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, 98 p. (Inédito).
- Manca, N., 1986. Caracteres icnológicos de la Formación Campanario (Cámbrico superior) en Salta y Jujuy. Ameghiniana, 23: 75-87.
- Manca, N., 1989. La presencia de *Daedalus labechei* (traza fósil) en la Formación Campanario (Cámbrico Superior) de la provincia de Jujuy. Actas IV Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía, 4: 131-138. Mendoza.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A., 2001. The *Syringomorpha* ichnofabric: Pervasive bioturbation and the Cambrian explosion. Abstracts 6th International Ichnofabric Workshop. Porlamar, Puerto La Cruz.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A., 2002. Evolución depositacional de la Formación Santa Rosita (Cámbrico Superior-Tremadoc) en el noroeste argentino. Actas XV Congreso Geológico Argentino, 1: 812-813, El Calafate.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A., 2003a. *Rusophycus leiferikssoni* en la Formación Campanario: Implicancias paleobiológicas, paleoecológicas y paleoambientales. Publicación Especial de la Asociación Paleontológica Argentina, 9: 63-84.
- Mángano, M.G. y Buatois, L.A. 2003b. Trace Fossils. En: Benedetto, J.L. (Ed.), Ordovician Fossils of Argentina. Universidad Nacional de Córdoba, Secretaría de Ciencia y Tecnología: 507-553.
- Mirré, J.C. y Aceñolaza, F.G., 1972. El hallazgo de *Oldhamia* sp. (traza fósil) y su valor como evidencia de edad cámbrica para el supuesto Precámbrico del borde occidental del Aconquija, Prov. de Catamarca. Ameghiniana, 9: 72-78.
- Mon, R. y Hongn, F., 1988. Caracterización estructural de la Formación Puncoviscana dentro del basamento del Norte Argentino. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 43: 124-127.
- Mon, R. y Hongn, F., 1991. The structure of the Precambrian and Lower Paleozoic Basement of the Central Andes between 22° and 32° S. Lat. Geologische Rundschau, 83: 745-758.
- Moya, M.C., 1988. Lower Ordovician in the Southern part of the Argentine Eastern Cordillera. En: Bahlburg, H., Breitenkreuz, Ch. y Giese, P. (Eds.): The Southern Central Andes. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. Lecture Notes in Earth Sciences, 17: 55-69.
- Moya, M.C., 1998. El Paleozoico inferior en la sierra de Mojotoro, Salta - Jujuy. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 53: 219-238.
- Moya, M.C., 1999. El Ordovícico en los Andes del Norte Argentino. En González Bonorino, G., Omarini, R. y Viramonte, J. (Eds.): Relatorio XIV Congreso Geológico Argentino. Geología del Noroeste Argentino, 1: 134-152.
- Moya, M.C. y Albanesi, G.L., 2000. New stratigraphic section to define the Cambrian-Ordovician boundary in Eastern Cordillera, northwest Argentina. En: Cambrian from the southern edge, Miscelánea 6, Instituto Superior de Correlación Geológica: 114-116.

- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A. y Cuerda, A., 1994. Bioestratigrafía del Ordovícico Inferior en la Cordillera Oriental argentina basada en graptolitos. *Revista Española de Paleontología*, 9: 91-104.
- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A., Albanesi, G.L., Ortega, G. y Buatois, L.A. 2003. Late Cambrian – Tremadocian faunas and events from the Angosto del Moreno section, Eastern Cordillera, Argentina. *Proceedings of the 9th International Symposium of the Ordovician System*, San Juan: 439-444.
- Omarini, R.H., Sureda, R.J., Götze, H.-J., Seilacher, A. y Pflüger, F., 1999. Puncoviscana folded belt in northwestern Argentina: testimony of Late Proterozoic Rodinia fragmentation and pre-Gondwana collisional episodes. *International Journal of Earth Sciences*, 88: 76-97.
- Pek, I. y Gába, Z., 1983. *Syringomorpha nilssoni* (Torell) z ledovcových uloženin severní Moravy (CSSR). *Actas Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium*, 77, Geographica-Geologica, 22: 21-28.
- Rao, R.I. y Hünicken, M.A., 1995. Conodont biostratigraphy of the Cambrian-Ordovician boundary in northwestern Argentina. *Ordovician Odyssey: Short Papers for the Seventh International Symposium on the Ordovician System*: 125-128.
- Rao, R.I., Ortega, G. y Hünicken, M.A., 1994. Cambrian-Ordovician boundary in the Sierra de Cajas, Cordillera Oriental, Jujuy, Argentina. En: Baldis, B. y Aceñolaza, F.G. (Eds.): *Early Paleozoic Evolution in NW Gondwana. Serie Correlación Geológica*, 12: 298-299.
- Richter, R., 1927. *Syringomorpha nilssoni* (Torell) in nord-deutschen Geschieben des schwedischen Cambriums, ein glazialgeologisch verwendbares, Problematicum. *Senckenbergiana*, 9: 260-268.
- Rubinstein, C., Mángano, M.G. y Buatois, L.A., 2003. Late Cambrian acritarchs from the Santa Rosita Formation: Implications for the recognition of the Cambrian-Ordovician boundary in the Eastern Cordillera of northwest Argentina. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 6: 43-48.
- Sánchez, M.C. y Herrera, Z., 1994. Braquiópodos inarticulados cámbricos en la Formación Campanario (Grupo Mesón) Río Reyes, provincia de Jujuy. *Resúmenes VI Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía*, 69. Trelew.
- Seilacher, A., 1974. Flysch trace fossils: evolution of behavioural diversity in the deep-sea. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1974: 233-245.
- Seilacher, A. y Pflüger, F., 1992. Trace fossils from the Late Proterozoic of North Carolina: Early conquest of deep-sea bottoms. *Abstracts and Program 5th North American Paleontological Convention*, The Paleontological Society, Special Publication, 6: 265. Chicago.
- Sollas, W.J., 1900. *Ichneum wattsii*, a worm track from the slate of Bray Head, with observations on the genus *Oldhamia*. *Geological Society of London, Quarterly Journal*, 56: 273-286.
- Sureda, R.J. y Omarini, R., 1999. Evolución geológica y nomenclatura pre-Gondwánica en el Noroeste de Argentina (1800-160 ma). *Acta Geológica Hispánica*, 34:197-225.
- Sweet, N.L. y Narbonne, G.M., 1993. Occurrence of the Cambrian trace fossil *Oldhamia* in southern Québec. *Marine and Atlantic Geology*, 29: 69-73.
- Torell, O.M., 1868. Bidrag till Sparagmitetagens geognosti och paleontologi. *Acta Universitatis Lundensis, Lunds Universitets Årsskrift*, 2: 1-40.
- Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F., 1993. Trilobites agnóstidos del límite Cámbrico-Ordovícico de la Formación Lampazar, Sierra de Cajas, Provincia de Jujuy, Argentina. *Revista Española de Paleontología*, 8: 177-184.
- Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F., 1999. Trilobites agnóstidos del Ordovícico basal en la localidad de Purmamarca, Provincia de Jujuy, Argentina. *Temas Geológico-Mineros ITGE* 26: 585-588.
- Tortello, M.F., Rábano, I., Rao, R.I. y Aceñolaza, F.G., 1999. Los trilobites de la transición cámbrico-ordovícico en la Quebrada Amarilla (Sierra de Cajas, Jujuy, Argentina). *Boletín Geológico y Minero*, 110: 555-572.
- Toselli, A.J., Godeas, M. y Rossil de Toselli, J.N., 1975. Contribución al conocimiento petrográfico del basamento esquistoso de la Sierra de San Javier, Tucumán. *Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología*, 6: 103-114.
- Turner, J.C.M., 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias de Córdoba*, 41: 163-196.
- Turner, J.C.M., 1972. Puna. En: Leanza, A. (Ed.): *I Simposio de Geología Regional Argentina*, p. 91-116. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- Vaccari, N.E. y Waisfeld, B.G., 2000. Trilobites tremadocianos de la Formación Las Vicuñas, Puna Occidental, provincia de Salta, Argentina. *XIV Congreso Geológico Boliviano*. En CD-room. La Paz.
- Van Staden, A. y Zimmermann, U., 2003. Tillites or ordinary conglomerates? Provenance studies on diamictites of the Neoproterozoic Puncoviscana in NW Argentina. *3rd Latinoamerican Congress of Sedimentology, Abstracts*, p. 74-75. Belem.
- Verniers, J., Herbosch, A., Vanguetaine, M., Geukens, F., Delcambre, B., Pingot, J.L., Belanger, I., Hennebert, M., Debacker, T., Sintubin, M. y de Vos, W., 2001. Cambrian-Ordovician-Silurian lithostratigraphic units (Belgium). *Geologica Belgica*, 4: 5-38.
- Westergård, A.H., 1943. Den kambro-siluriska lagerserien. En: Johansson, S., Sundius, N. y Westergård, A.H. (Eds.), *Beskrivning till kartbladet Lidköping, Sveriges Geologiska Undersökning Aa*, 182: 22-89.
- Zeballo, F.J., Albanesi, G.L., Ortega, G. y Tortello, F., 2003. Biostratigraphy of Ordovician sequences from Alfarcito area, Tilcara, Eastern Cordillera of Jujuy, Argentina. *Proceedings of the 9th International Symposium of the Ordovician System*, San Juan: 167-171.

Recibido: 11 de noviembre, 2002

Aceptado: 16 de marzo, 2004