

## Estratigrafía e Icnología de la Formación Candelaria (Furongiano-Ordovícico Inferior) en su área tipo, Sierra de la Candelaria, Provincia de Salta

Sergio M. NIEVA<sup>1</sup> y Guillermo F. ACEÑOLAZA<sup>1</sup>

**Abstract.** STRATIGRAPHY AND ICNOLOGY OF THE CANDELARIA FORMATION (FURONGIAN – LOWER ORDOVICIAN) IN ITS TYPE AREA, LA CANDELARIA RANGE, SALTA PROVINCE. A detailed stratigraphical and paleontological analysis of the Candelaria Formation (Furongian- Lower Ordovician) is presented from the type locality at the Quebrada de Orcomato, Sierra de La Candelaria, Salta. The unit begins with a conglomerate with metamorphic and quartz clasts, that is followed upwards by the bioturbated reddish quartzarenites that presents minor interbedded shales and fine sandstones. Ichnological material is represented by *Monocraterion* isp., *Palaeophycus tubularis* Hall, and *Skolithos linearis* Haldeman, common traces for mid- to high energy palaeoenvironments as the ones represented by the Candelaria Formation. Correlation of this unit is also proposed in relation to the outcrops of the Sierra del Campo (Tucumán province) and the Cordillera Oriental of Jujuy and Salta. A palaeoenvironmental interpretation is done by means of the sedimentary characters and the trace fossil association of the Candelaria Formation.

**Resumen.** ESTRATIGRAFÍA E ICNOLOGÍA DE LA FORMACIÓN CANDELARIA (FURONGIANO-ORDOVÍCIICO INFERIOR) EN SU ÁREA TIPO, SIERRA DE LA CANDELARIA, PROVINCIA DE SALTA. Se presenta un análisis estratigráfico y paleontológico de la Formación Candelaria (Furongiano – Ordovícico Inferior) en su localidad tipo situada en la Quebrada de Orcomato, extremo suroeste de la Sierra de la Candelaria, Salta. Litológicamente la unidad se inicia con un conglomerado matriz portante constituido por clastos de metamorfitas de grado bajo de la Formación Puncoviscana y cuarzo lechoso procedente de venas de inyección que afectan al basamento; continua una secuencia areno-cuarzosa de coloración rojiza ampliamente bioturbada, en la cual se intercalan esporádicamente delgados niveles lenticulares de areniscas finas y lutitas. El material icnológico hallado y descrito se refiere a la asociación *Monocraterion* isp., *Palaeophycus tubularis* Hall y *Skolithos linearis* Haldeman, trazas que resultan recurrentes en ambientes de moderada a alta energía. Se analizan aspectos relacionados a la edad de la Formación Candelaria y su correlación con las sedimentitas Eopaleozoicas de la Sierra del Campo (provincia de Tucumán) y de la Cordillera Oriental salto-jujeña. Finalmente se infieren caracteres ambientales integrando la información estratigráfica y paleontológica.

**Key words:** Stratigraphy. Ichnology. Candelaria Fm. Furongian-Lower Ordovician. NW Argentina.

**Palabras clave:** Estratigrafía. Icnología. Formación Candelaria. Furongiano- Ordovícico Inferior. NW Argentina.

### Introducción

El conocimiento geológico de las secuencias Cambro-Ordovícicas en la región Noroeste de Argentina ha avanzado considerablemente durante los últimos 20 años. El desarrollo sistemático de las investigaciones contribuyó a un mejor entendimiento de la sucesión estratigráfica, su contenido paleontológico y la cronología de los diferentes sucesos acaecidos en la región (ej. Aceñolaza, 2002; Benedetto, 2003).

En este sentido, si se considera el amplio desarrollo de la cuenca Eopaleozoica en las provincias

<sup>1</sup> INSUGEO-CONICET / UNT- Facultad de Ciencias Naturales e IML, Miguel Lillo 205, 4000 Tucumán, Argentina. E-mail: [insugeo@csnat.unt.edu.ar](mailto:insugeo@csnat.unt.edu.ar)

del norte de Argentina, es destacable la presencia de ciertas áreas que se interpretan marginales dentro de este contexto, las cuales sólo han sido focalizadas esporádicamente, y sin el detalle que permita interpretarlas integralmente en la región (Ricci y Villanueva, 1969; Mon *et al.*, 1971a, b; Tortello *et al.*, 1996).

Como parte de esta discusión se destacan las secuencias estratigráficas Cambro-Ordovícicas aflorantes en el sector sureste de la cuenca, ya en el ámbito de las Sierras Subandinas. Esta región abarca tanto el Sureste de la provincia de Salta, como el Noreste de la provincia de Tucumán.

La secuencia Eopaleozoica en el extremo austral de la Sierra de La Candelaria se encuentra representada por los filitas y esquistos de las formaciones Puncoviscana y Medina (Turner, 1960; Bossi, 1969), a las que se le superponen en discordancia las cuarcitas y areniscas de la Formación Candelaria (Ricci y Villanueva, 1969), para concluir con las arcilitas y areniscas de la escasamente representada Formación Orcomato (Ricci y Villanueva, 1969).

El reciente inicio de tareas de investigación sistemáticas y multidisciplinarias, principalmente en las dos últimas unidades, ha permitido contribuir al conocimiento de la secuencia y sus contenidos fósiles, habiéndose aportado elementos concretos de discusión al conocimiento disponible para la comarca (Aceñolaza y Nieva, 2003; Beresi *et al.*, *en prensa*).

En esta oportunidad, y complementando los estudios antes mencionados, se realiza un análisis estratigráfico, petrológico y paleontológico de la Formación Candelaria en su área tipo (flanco oeste de la Sierra de la Candelaria). En éste se caracteriza la mineralogía, sedimentología y estratigrafía y paleoambientes de la unidad, y se describen sus primeros elementos fosilíferos.

## **La Formación Candelaria en su área tipo**

### **Afloramientos y antecedentes**

Los afloramientos de la Formación Candelaria constituyen una corrida submeridional localizada sobre el flanco oeste del sector sur de la Sierra de La Candelaria.

La unidad se encuentra bien representada en la quebrada de Orcomato (localidad tipo), donde suprayace mediante una discordancia angular a las metamorfitas de la Formación Puncoviscana, mientras que hacia el techo es sucedida por la Formación Orcomato. La secuencia Eopaleozoica en la comarca se continúa hacia arriba con las areniscas y conglomerados Cretácico-Terciarios del Subgrupo Pirgua (Grupo Salta). Es destacable que la Formación Orcomato no siempre aparece incluida en la secuencia en otras quebradas, donde la Formación Candelaria se posiciona en contacto directo con el Grupo Salta.

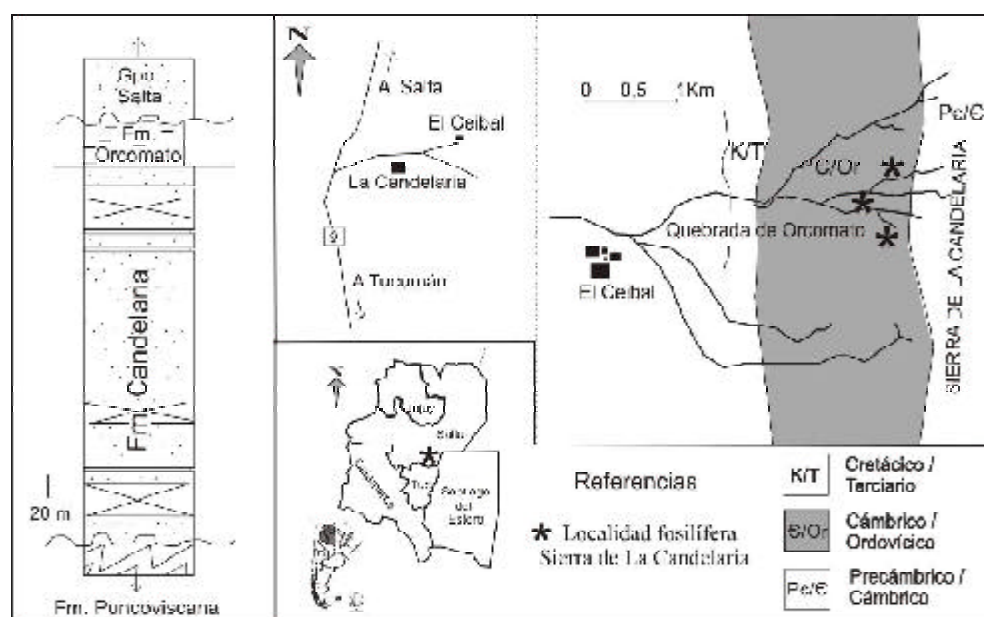
Es destacable que la relación entre el techo de la Formación Candelaria y la base de la Formación Orcomato no es clara, dado que el abundante material de derrubio que se asocia a una tupida vegetación que cubre la zona. Asimismo, es necesario remarcar que hacia el norte, en la Quebrada de Tarija y sobre el mismo faldeo de la sierra, la Formación Candelaria entra en contacto discordante directamente con el Subgrupo Pirgua (Grupo Salta).

En esta oportunidad se trabajó en la sección tipo de la Formación Candelaria aflorante en el sector medio-superior de la Quebrada de Orcomato en cercanías a la localidad de El Ceibal (vertiente sur-occidental de Sierra de la Candelaria en la provincia de Salta) (Fig. 1).

En su designación original, Ricci y Villanueva (1969) describieron a la unidad como una secuencia arenosa que se inicia con un conglomerado de color rosado a morado pálido, a la que se intercala ocasionalmente material pelítico. Si bien originalmente fueron consideradas de edad cámbrica en base a su ubicación estratigráfica, hoy se asignan al Cambro-Ordovícico dado que no se poseen elementos cronológicamente diagnósticos que permitan limitarla a uno de los dos periodos. Es necesario señalar también, que Ricci y Villanueva (1969) destacan la prolongación austral de estos

materiales hacia el sur, hasta la parte septentrional de la Sierra del Campo en la Provincia de Tucumán, sin describir las secuencias allí aflorantes.

Posteriormente, Mon *et al.* (1971a,b) describen la sucesión arenosa aflorante en la Sierra del Campo, asignándola a la Formación Candelaria con un espesor mínimo de 105 metros. Estos autores extraen una edad paleozoica inferior en comparación a los materiales aflorante en la cercana Sierra de la Candelaria (Salta). Mon y Urdaneta (1972) abordan nuevamente el estudio de estas secuencias, destacando los niveles arenosos de los cerros Remate y Cerro Cantero (Salta y Sgo del Estero), y sugiriendo edades cámbricas para las mismas. Ya durante la década del '90, Durand (1998) integra la información disponible sobre la Formación Candelaria, e interpreta una edad cámbrica



**Fig. 1:** Croquis de ubicación y perfil estratigráfico esquemático de la Formación Candelaria con indicación de niveles icnofosilíferos. Quebrada de Orcomato, Sierra de La Candelaria, provincia de Salta.

superior para la misma, en base a sus relaciones estratigráficas y los elementos paleontológicos de las unidades que se consideran equivalentes (Grupo Mesón).

### Litología y petrología

Litológicamente la Formación Candelaria se inicia con un conglomerado basal mátrix portante, constituido por clastos de metamorfitas del basamento y clastos de cuarzo lechoso proveniente del sistema de las venas de cuarzo inyectadas en el basamento (Fig. 2D). La matriz, fundamentalmente arenosa, se halla constituida por cuarzo y exhibe una coloración rosada. El conglomerado presentan un buen desarrollo lateral, ya que se lo puede seguir sin grandes variaciones de espesor por algunas decenas de metros.

Por sobre las psefitas se disponen cuarciaarenitas de grano fino a medio de coloración rojiza y con sectores decolorados, en bancos de hasta 80 cm de espesor (Fig. 2A). Los estratos son de morfología tabular y generalmente presentan amalgamación lateral. Internamente muestran laminaciones paralelas y cruzadas del tipo festoneada de mediana escala. En algunas capas se reconocen estructuras vinculadas a eventos tempestíticos, como estratificación cruzada hum-

mocky (HCS) con frecuentes superficies de arrasamiento. En el techo de los estratos de granulometría más fina, y esporádicamente se identificaron trenes de ondulaciones en ocasiones arrasadas y distorsionadas.

La cementación de las areniscas es fundamentalmente silicea lo que le confiere una gran tenacidad a la roca. En algunos sectores la misma se observa ferruginosa, razón por la cual se presenta con un comportamiento menos tenaz. La secuencia muestra notoriamente una alternancia de sectores blanquecinos y rojizos de espesores milimétricos a centimétricos. Las bandas de color claro se hallan constituidas por cuarzo mientras que las rojas, que también presentan cuarzo, se hallan relacionadas a goethita de baja cristalinidad (determinada mediante difracción de rayos X), relación que resalta de manera notable las estructuras mecánicas y orgánicas. Cuerpos esferoidales de goethita se hallan distribuidos aleatoriamente en las rocas y se interpretan como producto del reemplazo de agregados policristalinos de cuarzo y líticos metamórficos. Al igual que en la secuencia de la Sierra del Campo, son comunes grandes zonas decoloradas que representan removilización de material férrico por procesos de reducción posiblemente vinculados a descomposición de materia orgánica. Es frecuente la presencia de intraclastos de metamorfitas del basamento de formas elongadas, que se disponen con sus ejes mayores paralelos a los planos de estratificación; estos elementos se hallan en la mayoría de los casos reemplazados total o parcialmente por goethita (Fig. 2B).

Del perfil analizado se seleccionaron muestras rocosas a las que se les efectuaron cortes delgados destinados a profundizar el conocimiento petrológico y sedimentario de la secuencia. Los resultados de esas descripciones mostraron un marcado paralelismo con los materiales descritos por estos autores en afloramientos eopaleozoicos de la Sierra del Campo (Aceñolaza y Nieva, 2003). También es interesante destacar la casi absoluta coincidencia de los resultados obtenidos al analizar la composición y el marco tectónico de la Formación Candelaria. Estos resultados analíticos fueron volcados en el diagrama Qm-F-Lt (Dickinson, 1984) siendo viable interpretar al material detrítico como proveniente del Cratógeno Central (*sensu* Braccini, 1960) (Fig. 3).

Incluidos en la secuencia de cuarciarenitas, se han observado intercalaciones ocasionales de material pelítico, representados por lutitas verdosas y limolitas blanquecinas de disposiciones lenticulares. El espesor de estas capas no supera los 25 cm.

El espesor de la Formación Candelaria ha sido determinado por Ricci y Villanueva (1969) en 725 metros, dato que no ha podido ser corroborado con precisión debido a lo esporádico de los afloramientos, con frecuentes sectores cubiertos. Es destacable sin embargo, que teniendo en cuenta la orientación y disposición de las capas, es factible un espesor real ligeramente menor al mencionado por los autores antes citados.

### **Correlación y Paleoambientes**

Tanto las cuarciarenitas analizadas en esta oportunidad, como las aflorantes en la Sierra del Campo (Provincia de Tucumán), son comparables litológicamente con algunas de las unidades areno-cuarzosas del Grupo Mesón y con la unidad arenosa basal del Grupo Santa Victoria, ambas de amplio desarrollo en la Cordillera Oriental Argentina (Moya, 1999; Moya *et al.*, 2003; Aceñolaza, 2003; 2005).

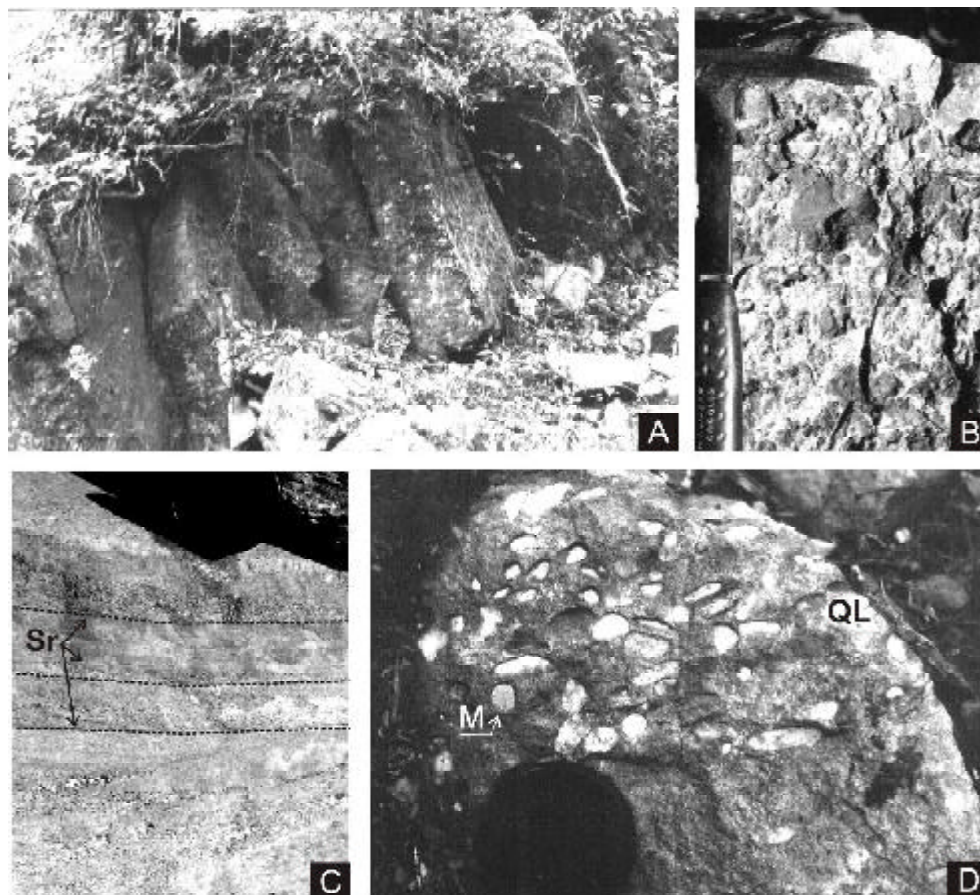
Sánchez (1997) y Sánchez y Salfity (1994, 1999) interpretan que la cuenca del Grupo Mesón habría correspondido a un ciclo sedimentario con una fase transgresiva y otra regresiva. La primera está representada por depósitos de plataforma somera de un mar epicontinental (Formación Lizoite), que grada a sedimentos de llanura mareal (Formación Campanario, Miembro Verde). Por otro lado, la fase regresiva se corresponde con depósitos litorales (Miembro Morado de Formación Campanario y la Formación Chalhualmayoc) de un ambiente marginal de plataforma. Los niveles basales del Grupo Santa Victoria se corresponden a areniscas y cuarciarenitas grisáceas y verdosas. Las mismas están representadas por los depósitos parcialmente transgresivos Cambro-

Ordovícicos del ciclo que se inicia posteriormente al desarrollo de la Cuenca del Grupo Mesón y luego de la fase Irúyica (Aceñolaza, 2005).

En el perfil de la Formación Candelaria expuesto en la sierra homónima (al igual que en la Sierra del Campo) no presenta marcadas diferencias faciales, situación que sumada a la casi total ausencia de fósiles dificulta una precisa asignación cronoestratigráfica de la unidad (Cámbrico – Ordovícico).

Los afloramientos de la unidad en la localidad tipo se habría depositado en una plataforma marina marginal de alta a moderada energía, con buena oxigenación de las aguas y un aceptable contenido de materia orgánica en suspensión. Este contexto ambiental habría generando un medio propicio para la vida, el que se ve reflejado por la presencia de trazas fósiles en la secuencia.

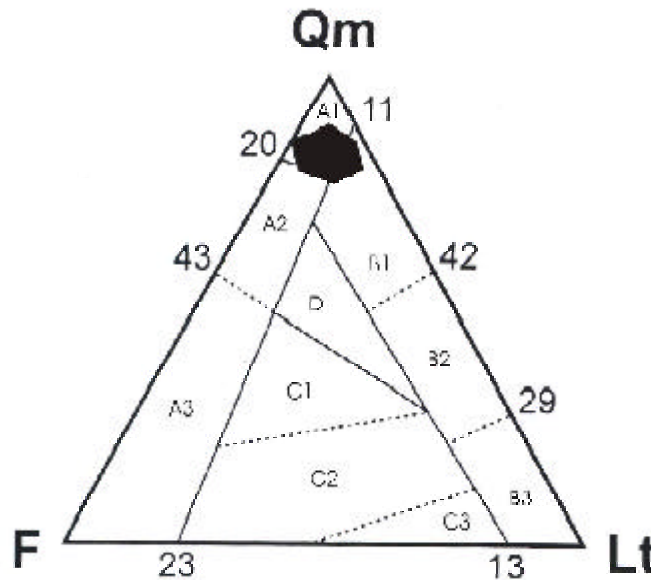
La Formación Candelaria es interpretada como depósitos de barras mareales (submareales a intermareales) de un ambiente asociado a una rápida variación tanto en su tasa de sedimentación como en la de erosión, lo cual se aprecia por los frecuentes niveles de arrasamiento observados en el sector superior de los estratos (Fig. 2C). Debe señalarse que estas areniscas representan materiales desarrollados sobre una plataforma estable sobre la que se acumularon sedimentos de un orógeno reciclado.



**Fig. 2** A) Afloramiento de la Formación Candelaria exhibiendo capas tabulares subverticales de cuarziarenitas de coloración rojiza. B) Intraclastos del basamento reemplazados parcial o totalmente por goethita. C) Cuarziarenita de coloración rojiza, grano decreciente mostrando tres superficies de reactivación (Sr) que delimitan claramente sets de capas: Uno inferior con estratificación cruzada planar; y los superiores con estratificación paralela. D) Conglomerado matriz portante con clastos sin imbricación de metamorfitas del basamento (M), y de clastos de cuarzo lechoso (QL). La matriz es areno cuarzosa de buena selección.

Se hace notar que en el subsuelo de Santiago del Estero también se detectaron un conjunto monótono de cuarciarenitas gris-blanquecinas con intercalaciones de lutitas gris verdosas y rojizas detectadas en la localidad de Árbol Blanco (Formación Árbol Blanco), correlacionándose con casi 400 m de cuarciarenitas de colores rojizos con *Skolithos* logrados en la localidad de Pirané (Formación Pirané, Provincia de Formosa). Asimismo, una serie de perforaciones en la Provincia de Chaco atravesaron cuarciarenitas de espesor variable entre los 290 y 327 metros de profundidad (Formación Las Breñas) (Aceñolaza *et al.*, 1999). Es destacable la necesidad de identificar con mayor precisión los estratos arenosos Eopaleozoicos en la región norte de Argentina, con el objeto de determinar si éstos se vinculan a la secuencias del Grupo Mesón o bien a las del Grupo Santa Victoria.

Es obvio que los datos aportados en este trabajo no modifican sustancialmente el debate arriba mencionado, pero sirven para dar más solidez a la interpretación que extiende mucho más al sur de Salta los depósitos de las unidades Cambro-Ordovícicas ampliamente representadas en la Cordillera Oriental Argentina.



**Fig. 3:** Diagrama ternario (Qm, F, y Lt) de Dickinson (1984) para las cuarciarenitas de la Formación Candelaria en su localidad tipo, Quebrada de Orcomato, Sierra de La Candelaria, Salta. A. Bloques continentales: A1. Cratón interior; A2. Transición continental; A3. Basamento elevado. B. Orógenos reciclados: B1. Cuarzoso; B2. Transicional; B3. Lítico. C. Arcos Magmáticos: C1. Disectado; C2. Transicional. C3. No disectado. D. Zona de mezcla.

### Edad de la Formación Candelaria

En lo referente a la edad de la Formación Candelaria, la presente contribución sigue el esquema propuesto por Tortello *et al.* (1996), considerando la posibilidad que las cuarciarenitas de la Formación Candelaria hayan sido parcialmente depositadas en el mismo lapso temporal que las pelitas suprayacentes aflorantes en la sierra homónima. En este sentido se considera prudente asignar a toda la secuencia una edad furongiana –ordovícica inferior hasta tanto se cuente con elementos cronológicamente significativos que permitan acotar estos aspectos.

## Paleontología

### ICNOLOGÍA SISTEMÁTICA

#### ***Palaeophycus tubularis*** Hall, 1847

Fig. 4A, C

ICNOESPECIE TIPO: *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847

**Material:** Forma frecuente en el sector medio y superior de la Formación Candelaria aflorante en la Quebrada de Orcomato. Material *in locus*.

**Descripción:** Galerías de sección subcircular a elíptica, lisas con trazado no muy desarrollado, y recorrido rectiforme a suavemente sinuoso. Al igual que el material descrito en la Sierra del Campo por Aceñolaza y Nieva (2003), presenta los márgenes ligeramente irregulares y con un desarrollo a veces algo penetrativo y sub-horizontal respecto al estrato. El ancho de la traza variable, de 0,35 a 0,8 cm, mientras que la longitud en los ejemplares más destacados alcanza los 12 cm. Se observan relaciones de corte tanto en un mismo ejemplar como entre ejemplares distintos, habiéndose registrado en dos ocasiones posibles dicotomizaciones. Los ejemplares presentan un revestimiento fino que se destaca por una ligera variación en su coloración, mientras que el relleno se presenta masivo y de la misma naturaleza que la roca de caja. De manera similar al material de la Sierra del Campo, se registran ocasiones donde las trazas se encuentran meteorizadas superficialmente en la parte superior, generando vistas de galerías huecas.

**Observaciones:** A nivel genérico, *Palaeophycus* ha producido diversos debates por más de 30 años, lográndose delimitar caracteres generales y los elementos clave para su diferenciación y asignación taxonómica. En este trabajo se sigue el esquema inicialmente propuesto por Pemberton y Frey (1982), adoptado más recientemente por Fillion y Pickerill (1990) y Jensen (1997).

En esta oportunidad hemos considerado con la denominación de *Palaeophycus* a galerías rellenadas pasivamente, restringiendo la denominación de *Planolites* para aquellas galerías rellenadas activamente (mientras el organismo productor se desplazaba por el sustrato). El material analizado se asigna a *Palaeophycus tubularis* por sus caracteres morfológicos específicos, asumiéndose un relleno pasivo, sin diferenciación litológica entre la roca hospedante y el relleno de las galerías. Si se considera que el ambiente representado en la Formación Candelaria habría constituido una planicie submareal somera con alta movilidad sedimentaria, destacamos que el contexto constituye un medio propicio para el relleno pasivo de las galerías desarrolladas en niveles superficiales del sustrato. Es de destacarse que esta generalización del esquema paleoambiental ha sido considerado recientemente por Jensen (1997) como un medio propicio para el mencionado relleno pasivo de las galerías.

*Palaeophycus tubularis* es una icnoespecie frecuente en los estratos de la Formación candelaria, tanto en su área tipo como en la Sierra del Campo, siendo particularmente frecuentes en paquetes arenosos de hasta 40 cm de espesor.

La icnoespecie se interpreta como galería de morada de organismos suspensívoros y / o predadores, registrándose tanto en ambientes marinos como continentales desde el Ediacarano hasta la actualidad (Pemberton y Frey, 1982).

#### ***Skolithos linearis*** Haldeman, 1840

ICNOESPECIE TIPO: *Fucoides? linearis* Haldeman, 1840.

*Material:* Forma frecuente en los afloramientos de la Formación Candelaria aflorante en la Quebrada de Orcomato, Sierra de La Candelaria. *In locus.*

*Descripción:* Galería de desarrollo vertical respecto a los estratos, recta, no dicotomizada ni revestida. Ancho variable de 0,25 a 0,35 cm, y longitud de hasta 25 cm en los casos de mayor desarrollo. El relleno de las galerías es masivo, no se observa ornamentación alguna ni en el interior ni en su superficie externa. En planta suelen presentarse con terminaciones netas y secciones circulares.

*Observaciones:* Durand (1985a,b) y Jensen (1997) admiten para *Skolithos* una terminación superior algo expandida. Éste último autor menciona la posibilidad que *Skolithos* y *Monocraterion* sean una misma galería producida bajo distintas condiciones sedimentológicas. Al igual que lo observado en la unidad aflorante en la Sierra del Campo (provincia de Tucumán), el material se presenta en algunos casos truncado por superficies erosivas en su sector superior, lo cual genera formas similares con elementos incompletos de *Monocraterion*.

Es particularmente destacable un reciente análisis realizado por Schrifl y Uchman (2005), quienes detallan en la taxonomía de formas asociadas a tubos verticales, y sinonimizan a *Tigillites* con *Skolithos*. Asimismo, basados en un análisis del material tipo de *Monocraterion*, también sinonimizan todo material, a excepción del tipo de *M. tentaculatum* con *Skolithos*. Con la presente observación se desea destacar que la situación taxonómica de las formas tubulares verticales se encuentra lejos de haber logrado el necesario consenso y una aceptación general, es así que cualquier análisis que se pretenda desarrollar en particular sobre estas estructuras corre el riesgo de ser descalificada.

En esta oportunidad, y teniendo en cuenta la exhortación del preámbulo del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN) para mantener la estabilidad taxonómica, se siguen los detallados análisis de Alpert (1974), Fillion y Pickerill (1990) y Schrifl (2000), diferenciando *Skolithos* de *Monocraterion*, sin que se descarte la posibilidad de una pertenencia del último género a *Skolithos*.

*Skolithos* se considera traza domicnial de forónidos o anélidos, y ha sido registrado desde el Neoproterozoico a la actualidad (Alpert, 1974; Fillion y Pickerill, 1990; Schrifl, 2000). Es destacable también la rara presencia de *Skolithos* en ambientes triásicos no marinos (Bromley y Asgaard, 1979; Schrifl *et al.*, 2001).

### ***Monocraterion* isp.**

Fig. 4B

Iconoespecie tipo: *Monocraterion tentaculatum* Torell, 1870.

*Material:* Material depositado en la Colección de Paleontología de Invertebrados fósiles de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo (Universidad Nacional de Tucumán) bajo las siglas PIL 14.988. Abundante material *in locus* preservado en las caras superiores de los estratos arenosos de la Formación Candelaria en la Quebrada de Orcomato, provincia de Salta.

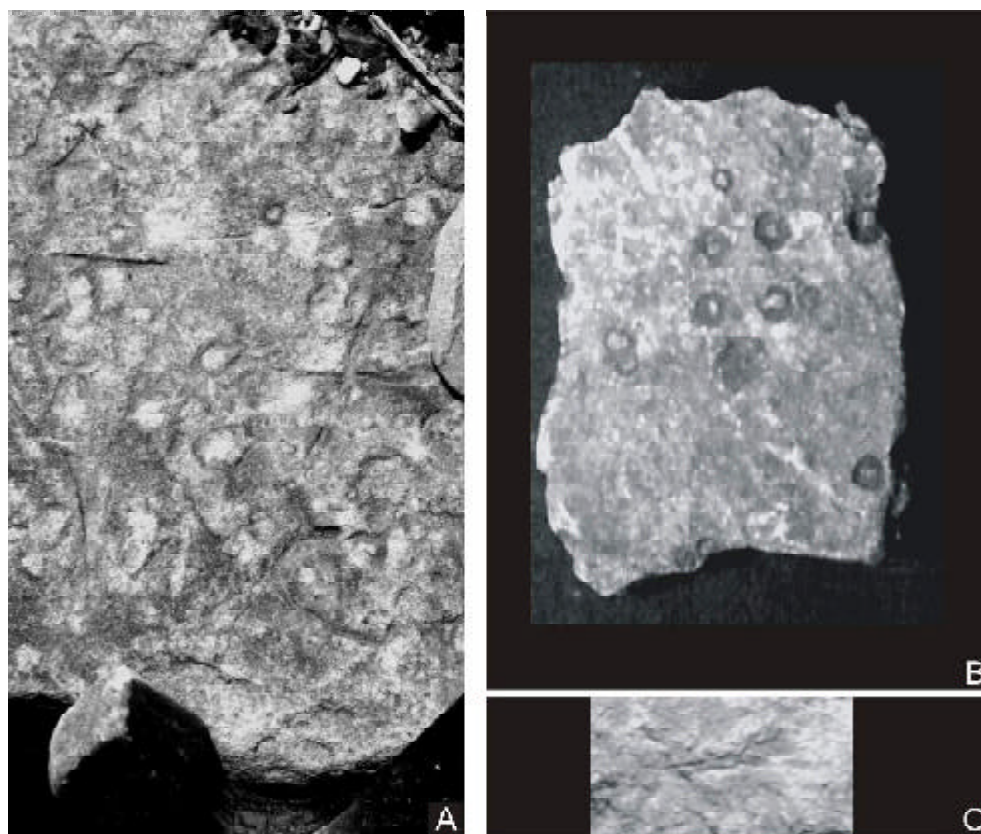
*Descripción:* Traza hipichnial en forma de embudo, preservada en la superficie de los estratos y caracterizada por un sector central sobreelevado. La misma se presenta subcircular en sección transversal y posee un desarrollo perpendicular respecto a la estratificación. Las paredes no se observan con recubrimiento marginal. La longitud es variable, la apertura del embudo puede presentar un ancho de hasta 0,5 cm. Relleno masivo a ligeramente bandeado por pigmentación secundaria.

*Observaciones:* Tal como se detalló en las observaciones de *Skolithos*, *Monocraterion* ha sido objeto de abundante debate desde que fuera originalmente erigido. Su relación con *Skolithos* ha generado



numerosas discusiones que han sido resumidas por Fillion y Pickerill (1990) Jensen (1997) y Schrifl y Uchman (2005). Se destaca a estos últimos autores ya que sinonimizan todos los materiales – a excepción del tipo de *M. tentaculatum* – con *Skolithos*, liberando la posibilidad que entre otras, la primera constituya una forma compuesta particularmente compleja de traza fósil (Schrifl y Uchman, 2005). *Arenituba*, *Micatuba* y *Rosselia* constituyen otros icnogéneros que son discutidos, tanto en su relación genética como taxonómica respecto a *Monocraterion*. Esta situación, lejos de contribuir a un mejor entendimiento del estado actual del correcto conocimiento de las formas, complementan su compleja asignación. Un detallado análisis de la situación taxonómica de *Monocraterion*, así como su interesante relato de su historia es realizado por Schrifl y Uchman (2005).

Fillion y Pickerill (1990) separan a *Monocraterion* de otras formas por principios taxonómicos sencillos, donde sus caracteres morfológicos distintivos y repetitivos justifican su identidad taxonómica. Asimismo, Jensen (1997) concluye de una forma similar, dejando abierta la posibilidad de una sinonimia entre ambos en base a la probable morfología original de la traza. En esta oportunidad se sigue el esquema de diferenciación de Fillion y Pickerill (1990), quienes figuran material semejante al nuestro en areniscas del Cámbrico Superior (?) - Ordovícico Inferior de Terranova (Canadá).



**Fig. 4:** A. *Palaeophycus tubularis* Hall, en la cara superior de un paquete arenoso de la Formación Candelaria. La superficie se encuentra ampliamente bioturbada con *Skolithos linearis* Haldeman y *Monocraterium* isp. B) Aberturas superiores de *Monocraterium* isp. con su sector central ligeramente sobrelevado. C) *Palaeophycus tubularis* Hall sobre bloque de cuarciarenita de la Formación Candelaria. La totalidad del material figurado proviene del sector medio superior de la Quebrada de Orcomato, Salta.

El registro del icnogénero va desde el Cámbrico Inferior (Fedonkin, 1988; Narbonne *et al.*, 1987) al Cretácico Inferior (Wightman *et al.*, 1987). Generalmente caracteriza ambientes someros (Hallam y Swett, 1966; Goodwin y Anderson, 1974), y en menor proporción profundos (Jordan 1981; Mac Donald, 1982).

## Conclusiones

La presente contribución aporta un análisis estratigráfico y paleontológico de la Formación Candelaria en su área tipo, la Quebrada de Orcomato en la sierra homónima, Salta.

Litológicamente la unidad se inicia con un conglomerado basal matriz portante, constituido por clastos de metamorfitas del basamento y cuarzo lechoso procedente de venas de inyección. A este nivel pséfítico le continua una secuencia psamítica constituida por cuarciarenitas de grano fino a medio de coloración rojiza, en las que ocasionalmente se encuentran intercalaciones de capas lenticulares de material arenoso fino y pelítico, éstas últimas representadas por lutitas verdosas y blanquecinas.

El contenido fosilífero de la unidad a la fecha se restringe solamente a una asociación de icnofósiles conformada por *Monocraterion* isp., *Palaeophycus tubularis* Hall y *Skolithos linearis* Haldeman, asociación frecuente en este tipo de ambiente.

La Formación Candelaria representa depósitos de barras mareales (submareales a intermareales) desarrolladas sobre una plataforma marina somera de alta a moderada energía, con buena oxigenación de las aguas y un aceptable contenido de materia orgánica en suspensión. La situación antes descrita habría generando un medio propicio para la vida, situación reflejada en la presencia de trazas fósiles.

Las cuarciarenitas analizadas en esta oportunidad son similares a las aflorantes en la Sierra del Campo (Provincia de Tucumán) y ambas comparables litológicamente con algunas de las unidades areno-cuarzosas del Grupo Mesón y con la unidad arenosa basal del Grupo Santa Victoria, ambas de amplio desarrollo en la Cordillera Oriental Argentina (Moya, 1999; Moya *et al.*, 2003; Aceñolaza, 2003; 2005).

En lo referente a la edad de la Formación Candelaria se considera probable que las mismas fueran depositadas dentro de un mismo ciclo que las suprayacentes pelitas de la Formación Orcomato. Por este motivo, hasta tanto no se dispongan de elementos cronológicos que limiten la edad de la unidad, se asigna una edad cambro – ordovícica a la Formación Candelaria.

**Agradecimientos.** Se agradece a S. Esteban y revisores la lectura crítica de esta contribución. Eric Gómez Hasselrot realizó amablemente la parte gráfica de esta comunicación.

## Bibliografía

- Aceñolaza, F.G., 2002 (Ed.). Aspects of the Ordovician System in Argentina. *INSUGEO, Serie de Correlación Geológica* 16: 1-368 pp.
- Aceñolaza, F.G., Buatois, L.A., Mángano, M.G., Esteban, S.B., Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F., 1999. Cámbrico y Ordovícico del Noroeste Argentino. En: Caminos R. (Ed.), *Geología Argentina*. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Anales 29 (7): 169-187.
- Aceñolaza, G.F. 2003. The Cambrian System in northwestern Argentina, stratigraphical and paleontological framework. *Geologica Acta* 1 (1): 23-30. Barcelona.
- Aceñolaza, G., 2005. The Cambrian System in Northwestern Argentina: stratigraphical and palaeontological framework. Reply. *Geologica Acta* 3:73-77. Barcelona
- Aceñolaza, G. F. y Nieva S. M., 2003. Caracteres estratigráficos e icnológicos de la Formación Candelaria (Cambro-Ordovícico) aflorante en el NE de la provincia de Tucumán. *Revista Asociación Geológica Argentina*, 58 (3): 434-446. Bs As.

- Alpert, S.P., 1974. Systematic review of the genus *Skolithos*. *Journal of Paleontology*, 48: 661-669.
- Benedetto, J.L., 2003 (Ed.). *Ordovician Fossils of Argentina*. Secretaria de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba: 1-665 pp.
- Beresi, M., Aceñolaza, G.F. y Nieva, S.M., en prensa. Cambrian – Ordovician sponges and spicule assemblages from NW Argentina: new data from the siliciclastic platforms of western Gondwana. *N. Jb. Geol. Paläont. Mh. Stuttgart*.
- Bossi, G.E., 1969. Geología y estratigrafía del sector sur del Valle de Choromoro. *Acta Geológica Lilloana*, 10 (2): 17-64.
- Braccacini, I.O., 1960. Lineamientos principales de la evolución estructural de la Argentina. *Petrotecnica, Revista del Instituto Argentino del Petróleo*, 10 (6): 57-69.
- Bromley, R. y Asgaard, U., 1979. Triassic freshwater ichnocoenoses from Carlsberg Fjord, East Greenland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 28: 39-80.
- Dickinson, W., 1984. *Interpreting provenance relations from detrital modes of sandstones*. In "Provenance de arenites" (Zuffa, G. editor): 333-362.
- Durand, F.R., 1998. El Cámbrico Superior: Formación Candelaria. En: Gianfrancisco, M., Puchulu, M.E., Durango de Cabrera, J. y Aceñolaza, G.F. (Eds.). *Geología de Tucumán. Publicación Especial del Colegio de Graduados en Ciencias Geológicas de Tucumán*. 79-82.
- Durand, J., 1985a. Le Grés Armoricaín. Sedimentologie - Trace fossiles, Milleux de dépôt. *Memoires et Documents du Centre Armoricaín d'Etude Structurale des Soces*, 3: 150 pp.
- Durand, J., 1985b. Les traces fossiles indicateurs paléobiologiques de milieux: un exemple dans l'Ordovicien armoricaín. *Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle*. Paris. 4e Série 7, Section C, 3: 215-227.
- Fedonkin, M.A., 1988. Paleoichnology of the Precambrian-Cambrian Transition in the Russian Platform and Siberia. En: Landing, E., Narbonne, G.M. y Myrow, P. (Eds.). Trace fossils, small shelly fossils and the Precambrian-Cambrian boundary - proceedings. *New York State Museum Bulletin*, 463: 12.
- Fillion, D., y Pickerill, R.K., 1990. Ichnology of the Upper Cambrian? To Lower Ordovician Bell Island and Wanaba groups of Eastern Newfoundland, Canada. *Palaeontographica Canadiana*, 7: 1-119.
- Goodwin, P.W. y Anderson, E.J., 1974. Associated physical and biogenic structures in environmental subdivision of a Cambrian tidal sand body. *Journal of Geology*, 82: 779-794.
- Haldeman, S.S., 1840. *Supplement to number one of "monograph of the Limniades, or freshwater univalve shells of North America", containing descriptions of apparently new animals in different classes, and the names and characters of the subgenera in Paludina and Anculosa*. Philadelphia (private publication), 3 pp.
- Hall, J., 1847. *Palaeontology of New York*. Volume I. Containing descriptions of the organic remains of the Lower Division of the New York System (Equivalent to the Lower Silurian rocks of Europe). C. van Benthuysen, Albany, 338 pp.
- Hallam, A. y Sweet, K., 1966. Trace fossils from the Lower Cambrian Pipe Rock of the north-west Highlands. *Scottish Journal of Geology*, 2: 101-106.
- Jensen, S., 1997. Trace fossils from the Lower Cambrian Mickwitzia sandstone, south-central Sweden. *Fossils and Strata*, 42: 1-110.
- Jordan, T.E., 1981. Enigmatic deep-water depositional mechanisms, upper part of the Oquirrh Group. Utah. *Journal of Sedimentary Petrology*, 51: 879-894.
- Mc Donald, D.I.M., 1982. Paleontology and Ichnology of the Cumberland Bay Formation, South Georgia. *British Antarctic Survey Bulletin*, 57: 1-14.
- Mon, R. y Urdaneta, A., 1972. Introducción a la Geología de Tucumán, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 27 (3): 309-329. Buenos Aires.
- Mon, R., Suayter, L. y Urdaneta, A., 1971a. Sobre la presencia del Paleozoico Inferior en la Provincia de Tucumán. *Acta Geológica Lilloana*, 11 (12): 229-240.
- Mon, R., Urdaneta, A. y Suayter, L., 1971b. Estudio geológico de las sierras del Campo y La Ramada (Provincia de Tucumán). *Acta Geológica Lilloana*, 11 (15): 291-306.
- Moya, M.C., 1999. El Ordovícico en los Andes del Norte Argentino. En: G. González Bonorino, R. Omarini y J. Viramonte (Eds.), *Relatorio XIV Congreso Geológico Argentino, Geología del Noroeste Argentino*, 1: 134-152.
- Moya, M.C., Malanca, S. y Monteros, J.A., 2003. The Cambrian-Tremadocian units of the Santa Victoria Group (northwestern Argentina): a new correlation Scheme. En: G.L. Albanesi, M.S. Beresi y S.H. Peralta (Eds.), *Ordovician from the Andes*, Proceedings of the 9th Internacional Symposium on the Ordovician System, *INSUGEO, Serie Corelación Geológica*, 17: 105-112.
- Narbonne, G.M., Myrow, P., Landing, E. Y Anderson, M.M., 1987. A candidate stratotype for the Precambrian-Cambrian boundary, Fortune Head, Burin Peninsula, southeastern Newfoundland. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 24: 1277-1293.
- Pemberton, S.G. y Frey, R.W., 1982 Trace fossil nomenclature and the *Planolites-Palaeophycus* dilemma. *Journal of Paleontology*, 56: 843-881.

- Ricci, H. y Villanueva, A., 1969. La presencia de Paleozoico Inferior en la Sierra de Candelaria (Pcia de Salta) *Acta Geológica Lilloana*, 10 (1): 1-16.
- Sánchez, M.C., 1997. Paleogeografía de la Cuenca del Grupo Mesón (Cámbrico), Cordillera Oriental Argentina. XIII Jornadas Españolas de Paleontología y V Reunión Internacional del Proyecto IGCP 351. *Publicación Especial, Universidade da Coruña*, 97-100.
- Sánchez, M.C. y Salfity, J.A., 1994. Las relaciones estratigráficas del Grupo Mesón (Cámbrico) en la Cordillera Oriental Argentina. 7° *Congreso Geológico Chileno*, 1: 528-532.
- Sánchez, M.C. y Salfity, J.A., 1999. La cuenca cámbrica del Grupo Mesón en el noroeste argentino: desarrollo estratigráfico y paleogeográfico. *Acta Geologica Hispanica*, 34 (2-3): 123-139.
- Schlirf, M., 2000. Upper Jurassic trace fossils from the Boulonnais (northern France). *Geologica et Palaeontologica*, 34: 145-213.
- Schirif, M. y Uchman, A., 2005. Revision of the ichnogenus *Sabellarifex* Richter, 1921 and its relationship to *Skolithos* Haldeman, 1840 and *Polikladichnus* Fürsich, 1981. *Journal of Systematic Palaeontology*, 3: 115-131.
- Schirif, M., Uchman, A. y Kümmel, M., 2001. Upper Triassic (Keuper) non-marine trace fossils from the Hassberge area (Franconia, south-eastern Germany). *Paläontologische Zeitschrift*, 75: 71-96.
- Torell, O.M., 1870. Petrificata Suecana Formationis Cambriacae. *Lunds Universitets Arsskrift*, 6: 1-14.
- Tortello, M.F., Aceñolaza, G.F. y Muruaga, C.M., 1996. Presencia del género *Pseudokainella* (Trilobita, Remopleuridacea) en el Cambro-Ordovícico de la Sierra de La Candelaria, Salta, Argentina. *Ameghiniana*, 33 (1): 99-102.
- Turner, J.C.M., 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias, *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba* 41:163-196.
- Wightman, D.M., Pemberton, S.G. y Singh, C., 1987. Depositional modelling of the Upper Manville (lower Cretaceous) east central Alberta: implications for the recognition of brackish water deposits. En: Tillman, R.W. y Weber, K.J. (Eds.). Reservoir sedimentology. *Society for Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication* 40, 189-220.

**Recibido:** 12 de Diciembre de 2005

**Aceptado:** 2 de Abril de 2006