

# GRAPTOLITOS ORDOVÍCICOS EN EL SUR DE LA CORDILLERA FRONTAL DE MENDOZA, ARGENTINA

Hugo TICKYJ<sup>1</sup>, Martín RODRÍGUEZ RAISING<sup>2</sup>, Carlos A. CINGOLANI<sup>3</sup>, Marta ALFARO<sup>4</sup> y Norberto URIZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Email: htickyj@exactas.unlpam.edu.ar.

<sup>2</sup> CONICET, Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. Email: martin\_rodriguezraising@yahoo.com.ar.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Geológicas (CONICET-UNLP) y División Geología del Museo de La Plata, La Plata. Email: carloscingolani@yahoo.com.

<sup>4</sup> División Geología del Museo de La Plata, La Plata. Email: norjuz@gmail.com.

## RESUMEN

En el flanco sudoriental de la Cordillera Frontal mendocina aflora un conjunto plegado de metasedimentitas conocido como Formación Las Lagunitas, cuyos afloramientos se extienden entre los ríos Diamante por el sur y Tunuyán por el norte, alcanzando un ancho máximo de 15 km a la latitud del volcán Maipo. El perfil estudiado en el arroyo Cortaderas (34°23'S) está compuesto por una secuencia silicoclástica marina integrada por tres conjuntos litológicos, que de este a oeste son: a) areniscas gruesas a medias, bien seleccionadas, y areniscas conglomerádicas, b) vaques de grano grueso a fino y c) areniscas finas a medias, con intercalaciones de pelitas negras laminadas. En la última unidad fueron colectados graptolitos en regular estado de preservación. Su estudio sistemático permitió definir una asociación correspondiente a la Biozona de *Climacograptus bicornis*, por lo que la Formación Las Lagunitas es asignada al Ordovícico Superior (Sandbiano o Caradociano). La completa extensión cronoestratigráfica de la Formación Las Lagunitas no ha sido establecida, debido a que en el perfil estudiado no es clara la relación entre la unidad portadora de graptolitos y el resto de la secuencia. Este registro de graptolitos en el sur de la Cordillera Frontal mendocina constituye un aspecto novedoso para el análisis del Ordovícico, con implicancias en el contexto de la evolución tectónica de las cuencas sedimentarias ordovícicas del oeste argentino.

Palabras clave: *Cordillera Frontal, Cordón del Carrizalito, Argentina, Ordovícico, Graptolitos, Formación Las Lagunitas.*

**ABSTRACT:** *Outcrops of a folded sedimentary unit known as the Las Lagunitas Formation lie along the southeastern part of the Frontal Cordillera of Mendoza Province. The main exposures of the unit lie between the Diamante River in the South and Tunuyán in the North, reaching 15 km wide at the latitude of the Maipo volcano. At the Cortaderas Creek (34° 23' S) the studied section is a marine siliciclastic sequence comprising three lithological units: a) well-sorted, coarse- to medium-grained sandstones and conglomeratic sandstones, b) coarse- to fine-grained wackes and c) medium- to fine-grained sandstones, intercalated with laminated black pelites. The black shales bear relatively well preserved graptolite faunas. The systematic study of this fossil association suggests its inclusion in the *Climacograptus bicornis* Biozone, assigned to the Upper Ordovician (Sandbian or Caradoc Stage). However, the Las Lagunitas Formation could span across a much longer period. The occurrence of Upper Ordovician fossiliferous rocks south of the Cordillera Frontal (Mendoza Province) renders new insights in the tectonic evolution of the Ordovician sedimentary basins of western Argentina.*

Keywords: *Frontal Cordillera, Carrizalito Range, Argentina, Ordovician, Graptolites, Las Lagunitas Formation.*

## INTRODUCCIÓN

La evolución del Paleozoico Inferior en el margen sudoeste de Gondwana (Fig. 1a, b) ha sido motivo de intensos estudios, en virtud de su interés científico para el conocimiento paleobiogeográfico y tectónico de la región. En particular, el Ordovícico de Argentina como parte del ciclo orogénico famatiniano (Aceñolaza y Toselli 1973, Pankhurst y Rapela 1998) ha alcanzado un apreciable nivel de

conocimiento en los aspectos paleontológicos, sedimentológicos, bioestratigráficos, tectónicos y paleogeográficos (Astini *et al.* 1995, Dalla Salda *et al.* 1992). Estos han demostrado la presencia de sucesiones ordovícicas, con desarrollo de bio y tectofacies diversas, expuestas en las cuencas proto-andinas del noroeste y centro del país y hasta en las regiones cratónicas de la provincia de Buenos Aires (Aceñolaza 2002, Benedetto 2003). El análisis de la información disponible

las investigaciones previas llevadas a cabo en el bloque de San Rafael sobre las unidades precarboníferas (Cuerda y Cingolani 1998 y Cingolani *et al.* 2003) llevaron a postular, como hipótesis de trabajo, una posible extensión de estas hacia el oeste en el ámbito de la Cordillera Frontal (Fig. 1c). Sobre esta base se efectuaron trabajos en el flanco sudoriental del cordón del Carrizalito, en el extremo sur de la Cordillera Frontal de Mendoza (Caminos 1972, 1979). Allí aflora un conjunto

plegado de rocas metasedimentarias que fueran denominadas por Volkheimer (1966, 1978) como Formación Las Lagunitas (Fig. 1c).

En esta contribución se describe una graptofauna correspondiente a la Biozona de *Climacograptus bicornis* (fósil de distribución global para el Ordovícico Superior) proveniente de La Formación Las Lagunitas en el perfil del Arroyo Cortaderas (Fig. 2). Asimismo se brindan aspectos estratigráficos relativos a la composición y estructura de esta formación y se discute su correlación con otras secciones del Ordovícico argentino.

### ANTECEDENTES PRINCIPALES

Una de las primeras referencias detalladas sobre las rocas que componen la Formación Las Lagunitas pertenece a Groeber (1947) quien señaló, en el borde occidental del cordón del Carrizalito, la presencia de esquistos con variable grado de metamorfismo, intruídos por tonalitas, granitos y pórfidos riolíticos. Este autor les asignó una edad proterozoica, al igual que a las metamorfitas de mayor grado que se encuentran más al norte en los cordones del Portillo y del Plata. Por su parte Volkheimer (1966, 1978), como resultado de sus detallados relevamientos geológicos en el sur de la Cordillera Frontal, propuso denominar a parte de estas rocas como Formación Las Lagunitas. Este autor describió la sección tipo compuesta por pizarras, areniscas cuarcíticas, grauvacas, esquistos cuarzo-biotíticos y escasas intercalaciones de conglomerados finos. La misma se localiza a lo largo del arroyo Las Lagunitas, afluente del río Diamante, en el faldeo oriental del Cordón del Carrizalito. A su vez, Sruoga *et al.* (2005) indicaron que a lo largo del arroyo Papagayos la secuencia es de tipo turbidítico y está integrada por grauvacas de grano fino de color gris verdoso y lutitas pizarreñas de color gris plomo, presentando bajo grado metamórfico. Además, señalaron el desarrollo de pliegues isoclinales de tipo paralelo.

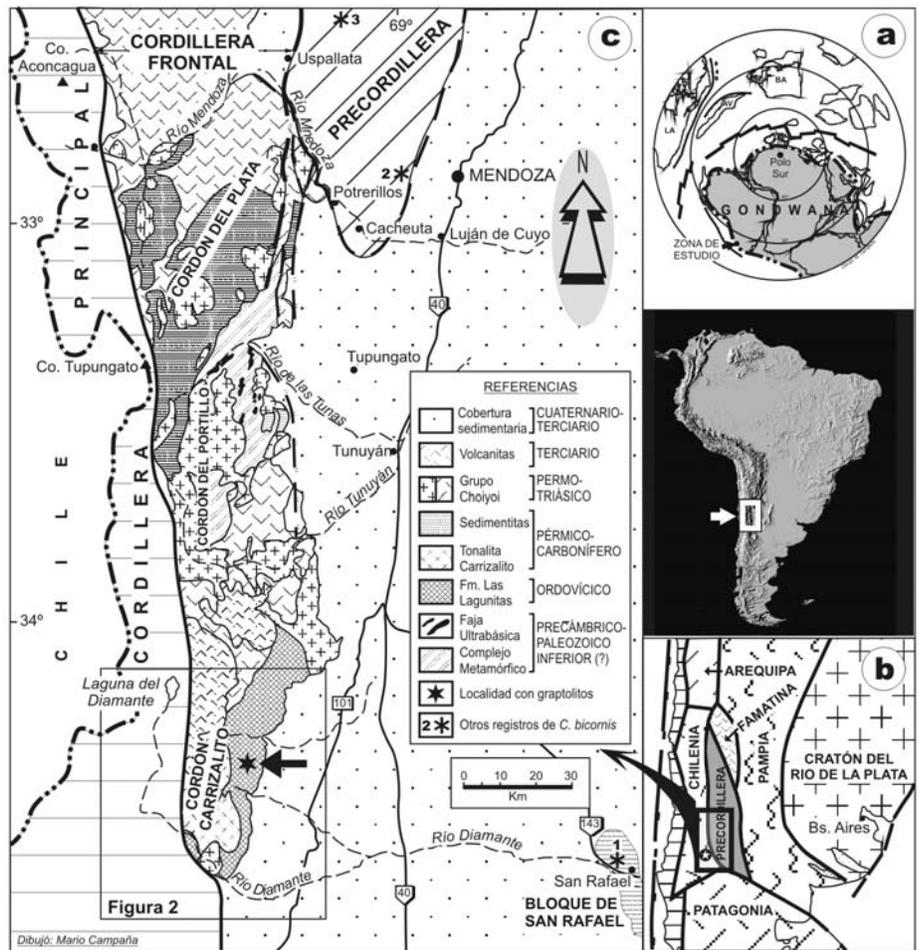


Figura 1: a) Posición de la zona de estudio en la reconstrucción del margen sudoccidental de Gondwana, durante el Ordovícico Superior; b) Distribución de los terrenos tectónicos sudamericanos según Ramos *et al.* (1996) con la ubicación de la zona estudiada sobre Chileña; c) Bosquejo geológico del sector sur de la Cordillera Frontal, modificado de Caminos (1972, 1979) y sus límites con la Precordillera y Cordillera Principal adyacentes. \* Ubicación de la localidad fosilífera en la Formación Las Lagunitas. Situación de los registros de la Biozona de *C. bicornis* en la Formación Pavón en el Bloque de San Rafael (\*1) y en la Precordillera (\*2 Formación Empozada y \*3 Formación Alcaparrosa).

La Formación Las Lagunitas no tiene base expuesta y ha sido intruida por diversos plutones gondwánicos que generaron importantes aureolas de contacto con sus típicas facies mineralógicas (Groeber 1947, Sruoga *et al.* 2005, Volkheimer 1966, 1978). A su vez, está cubierta por rocas volcano-sedimentarias del Grupo Choyoi y equivalentes (Permo-Triásico) o, como ocurre hacia el oeste, por depósitos correspondientes al inicio de la transgresión del mar neocomiano (Cretácico inferior). Desde el punto de vista tectonoestratigráfico, este sector de la Cordillera Frontal ha sido incluido en el terre-

no Chileña (Fig.1a, b), de acuerdo a las reconstrucciones de Ramos *et al.* (1986). Por sus características líticas y estructurales diversos autores correlacionaron a la Formación Las Lagunitas con las Formaciones La Horqueta y Río Seco de los Castaños, aflorantes en el Bloque de San Rafael, siendo tentativamente asignada al Devónico (Volkheimer 1978, Caminos 1979). Asimismo, la datación isotópica sobre la Tonalita Carrizalito ( $334 \pm 16,5$  Ma, K-Ar, roca total) sugirió una edad de sedimentación pre-carbonífera para la Formación Las Lagunitas (Dessanti y Caminos 1967).

ÁREA DE ESTUDIO

A la latitud del arroyo Cortaderas (34° 23' S) la Formación Las Lagunitas (Fig. 2) conforma una secuencia sedimentaria silicoclástica marina, que hacia el este se halla cubierta por volcanitas, ignimbritas, brechas y tobas de probable edad permo-triásica y hacia el oeste limita con volcanitas asignadas al Grupo Choiyoi (Srouga *et al.* 2005). En base a su litología se ha subdividido a la formación, en tres unidades informales, que de oeste a este son (Fig. 3):

a) *Areniscas gruesas a medias, bien seleccionadas, y areniscas conglomerádicas.* Esta unidad se compone por areniscas clasto sostén, dispuestas en bancos tabulares de 0,5 a 2 m de espesor. Presentan gradación normal y estratificación entrecruzada en artesa. Composicionalmente predominan las areniscas arcósicas sobre las cuarzosas. Se observaron escasas intercalaciones de pelitas laminadas.

b) *Vaques de grano grueso a fino.* Compuesta por vaques matriz sostén, con una matriz fangosa, que se disponen en estratos tabulares macizos con espesores de 2 a 5 m. Presenta escasas intercalaciones de pelitas verdes y moradas, finamente lamina-das, que poseen abundantes icnofósiles actualmente bajo estudio. En el interior de algunos estratos de vaques se intercalan lentes de conglomerados cuarzosos finos, con base irregular erosiva y techo plano, de hasta 1,5 m de ancho y 0,5 a 1 m de espesor. Estos lentes presentan gradación normal. Esta unidad se dispone en forma concordante sobre la anterior, encontrándose ambas en posición sub-vertical, o con buzamiento muy alto hacia el oeste, con rumbo NNE.

c) *Areniscas finas a medias con intercalaciones de pelitas negras.* Esta unidad se compone por bancos tabulares de areniscas de hasta 0,5 m de espesor, de aspecto masivo, que en algunos casos presentan estratificación entrecruzada en artesa. Los contactos basales son netos, suavemente ondulados y erosivos. Es frecuente la presencia de estructuras sedimentarias de fondo (turboglifos). En los techos de los

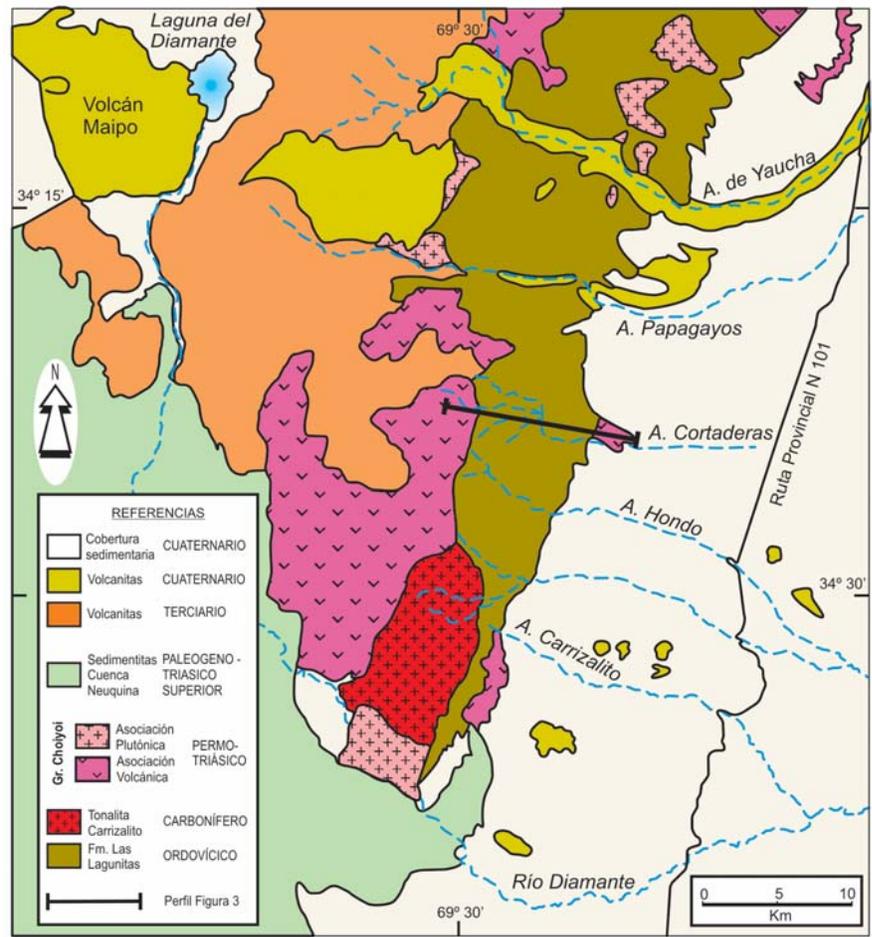


Figura 2: Bosquejo geológico (basado en Srouga *et al.* 2005 y observaciones propias) con la distribución de los afloramientos de la Formación Las Lagunitas y la ubicación del perfil que se expone en la Fig. 3

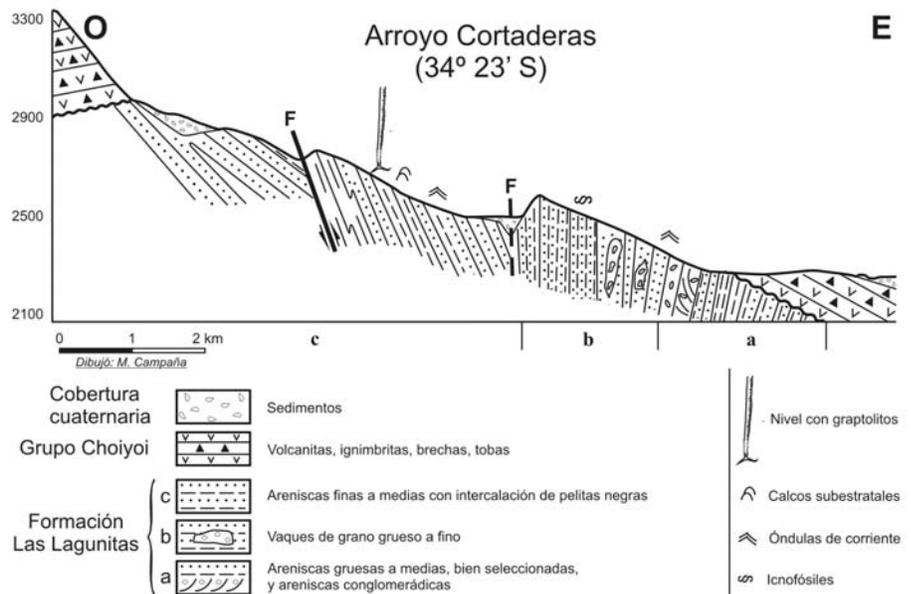


Figura 3: Perfil esquemático observado en la quebrada Cortaderas, con la distribución de los diferentes conjuntos líticos reconocidos en la Formación Las Lagunitas y la superposición de las rocas asignadas al Grupo Choiyoi (Permo-Triásico). Se indica la ubicación del nivel con graptolitos.

estratos es común observar óndulas uni y bidireccionales. Las areniscas presentan buena selección y composición mayormente cuarzosa. Los estratos de areniscas se encuentran intercalados con pelitas negras laminadas en bancos cuyo espesor varía desde pocos centímetros a varios metros. En su conjunto los estratos poseen una orientación de rumbo NNE y buzamientos entre 40 y 60° hacia el este. Presenta pliegues abiertos de amplitud métrica, con planos axiales buzantes hacia el este y desarrollo de clivaje pizarroso. Asociado al plegamiento posee un metamorfismo regional de muy bajo grado. En estas rocas fueron hallados los estipes de graptolitos descritos en este trabajo.

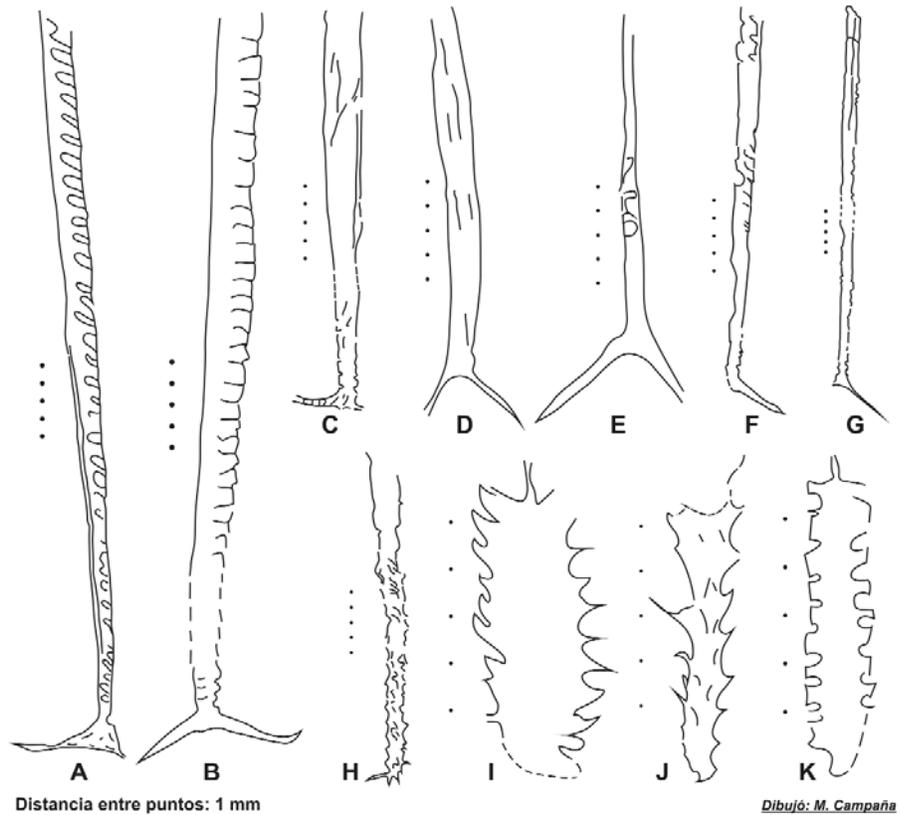
**PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA**

**Estado de preservación**

La graptofauna se presenta en rocas pelíticas evidentemente afectadas por deformación tectónica, impidiendo la preservación total de las colonias. En la mayoría de los casos el peridermo de los mismos ha sido destruido. No se conservan los caracteres internos y en algunos ejemplares fue eliminado el desarrollo proximal del radosoma. Los graptolitos están depositados en la División Paleontología de Invertebrados del Museo de La Plata, identificados con la sigla MLP.

- Orden GRAPTOLIDEA Lapworth, 1875  
(emend. Fortey y Cooper, 1986)
- Suborde DICHOGAPTINA Lapworth, 1873  
(emend. Fortey y Cooper, 1986)
- Familia DIPLOGAPTIDAE Lapworth, 1873  
(emend. Mitchell, 1987)
- Género *Climacograptus* Hall, 1865
- Especie tipo: *Graptolithus bicornis* Hall, 1847
- Climacograptus bicornis* (Hall, 1865)

Fig. 4 A-G, Fig. 5 C-F.



**Figura 4:** Dibujos en cámara clara de A: *Climacograptus bicornis* (Hall), MLP 31868a, se observa parcialmente la membrana basal; B-G: *Climacograptus bicornis* (Hall), MLP 31863a, 31864, 31863b, 31865, 31868b, 31868c; H: ? *Orthograptus* sp, MLP 31866a; I Graptolito biseriado indet A, MLP 31867a; J: Graptolito biseriado indet B 31866b; K: ? *Amplexograptus* sp, MLP 31867b. MLP: Repositorio Museo de La Plata.

1847 *Graptolithus bicornis* Hall, p. 268, lám. 73, figs. 2c-d, 2f-h, 4; non figs. 2a-b.  
 1906 *Climacograptus bicornis* (Hall); Elles y Wood, p. 193-195, lám. 26, figs. 8a-f.  
 1974 *Climacograptus bicornis* (Hall); Riva, p. 6-11, text- figs. 1a, b, lám. figs. 1-3, 5-7.  
 1990 *C. (Climacograptus) bicornis bicornis*, Ortega y Brussa, p. 286, lám. 1, figs. 7-9.  
 1998 *Climacograptus bicornis*, Cuerda y Cingolani, pp. 436-7, lám. 1, figs. 24.  
 2001 *Climacograptus bicornis*, Toro y Brussa, pp. 358-9, figs. 3 A-M.  
**Material:** Siete especímenes con precaria conservación, parcialmente completos.  
**Descripción:** Radosoma robusto de hasta 44 mm de longitud. El ancho proximal varía de 0,7 a 0,9 mm, aumentando gradualmente hasta alcanzar un ancho máximo de 2,0 mm. La torsión que afecta a algunos ejemplares permite observar de frente las aperturas tecales. La deficiente preservación del extremo proximal no ha

facilitado la observación de su desarrollo. Se conservan dos espinas robustas, parcialmente truncadas, la longitud varía entre 3,5 a 5,0 mm en las formas completas. Dos de los ejemplares registran una virguela robusta y pequeña. Una membrana basal pobremente desarrollada se conserva en uno de los ejemplares. No se preservaron rasgos tecales. Se estima su concentración en 9 en 10 mm, en sus tramos distales, aumentando a 11 en 10 mm, en la región media a proximal.  
**Afinidades:** Las formas concuerdan con *C. bicornis* en las dimensiones del radosoma y fundamentalmente en su característico extremo proximal, según la descripción dada por Rivas (1976)  
 Repositorios: MLP 31868a, 31863a, 31864, 31863b, 31865, 31868b, 31868c.  
 Familia ORTHOGAPTIDAE Mitchell, 1987

Genero *Orthograptus*

? *Orthograptus* sp.

Fig. 4 H.

**Material:** Un ejemplar con pobre estado de preservación, distalmente truncado.

**Descripción:** El fragmento de rabdosoma tiene una longitud de 22 mm, el ancho proximal es de 0,8 mm, en la porción media alcanza un ancho de 1 mm, aumentando a 1,8 mm distalmente. Su deficiente preservación impide conocer el desarrollo del extremo proximal. No se observa la sícula. Se conservan en la base y en las primeras tecas, vestigios de espinas robustas de hasta 1,3 mm de longitud (probablemente truncada) y el esbozo de una virguela. Las tecas se preservan en el extremo proximal, sus paredes ventrales son rectas disponiéndose en ángulos de 32 a 35° respecto al eje del rabdosoma. Su concentración en el extremo proximal es de 12 en 10 mm.

**Afinidades:** El ejemplar se asigna con dudas al género *Orthograptus* Lapworth por las características de su región proximal y los rasgos tecales conservados, asimilándose al género *Orthograptus* sp.

**Repositorio:** MLP 31866a.

Género *Amplexograptus* Elles y Wood, 1907 emend. Mitchell, 1987

Especie tipo: *Amplexograptus fallax* Bullman, 1962

? *Amplexograptus* sp.

Fig. 4 K; Fig. 5 B.

**Material:** Un ejemplar completo, con su extremo proximal parcialmente destruido. No se preservan rasgos internos.

**Descripción:** Rabdosoma pequeño de 6.4 mm de longitud, con un ancho basal estimado de 0,8 mm, aumentando gradualmente hasta un máximo de 1,3 mm en el extremo distal. No se conserva el septo medio. Presenta una virgula de 0,7 mm de largo. La forma consta de 9 tecas de tipo amplexograptida, dispuestas en forma alternante y parcialmente deformadas. Las paredes ventrales libres son rectas. Las excavaciones tecales son semicirculares a subelípticas, ocupando 1/3 del ancho del rabdosoma. No se preservan

las características del extremo proximal.

**Afinidades:** La forma presenta rasgos similares a *Amplexograptus minutus* Cuerda, Cingolani, Schauer y Varela, 1986. Concuerda en el tamaño del rabdosoma, número y morfología de las tecas. La ausencia del extremo proximal, no permite definir con certeza el género y especie por lo que se clasificó con reservas.

**Repositorio:** MLP 31867b.

Graptolito biseriado indet. A

Fig. 4 I; Fig. 5 A.

**Material:** Un ejemplar mal preservado, parcialmente completo, quebrado en su extremo proximal. Deformado por alineación oblicua al eje de la colonia.

**Descripción:** El rabdosoma alcanza 6,2 mm de longitud. Presenta un aspecto levemente fusiforme, su ancho en la base se estima en 1,3 mm, aumentando a 2,6 mm en la porción media y disminuye a 2,2 mm distalmente. El extremo proximal se presenta parcialmente desgarrado, no se preservan vestigios de sícula ni rasgos internos. Se conserva el contorno de las tecas. Éstas presentan márgenes ventrales sigmoidales con bordes aperturales inclinados, no se preservan espinas aperturales. La concentración teical es de 18 en 10 mm. Distalmente se proyecta una virgula de 1.0 mm de longitud.

**Afinidades:** La forma fusiforme del ejemplar y la morfología teical, presentan semejanzas con el género *Orthograptus* Lapworth, pero su asignación taxonómica no es factible por el deficiente estado de preservación, destrucción de su extremo proximal y ausencia de estructuras internas del rabdosoma.

**Repositorio:** MLP 31867a.

Graptolito biseriado indet. B

Fig. 5 J.

**Material:** Un ejemplar en deficiente estado de preservación, distalmente truncado.

**Descripción:** El fragmento de rabdosoma tiene una longitud de 7,5 mm. No se preservan sus características basales y se estima su ancho en 0,5 mm, incrementándose rápidamente hasta alcanzar un ancho

de 1,9 mm hacia la porción distal. Los rasgos tecales no están bien definidos. Las márgenes tecales se encuentran inclinadas con respecto al eje del rabdosoma, solo en una teca preserva una espina apertural. La concentración teical es de 13 en 10 mm.

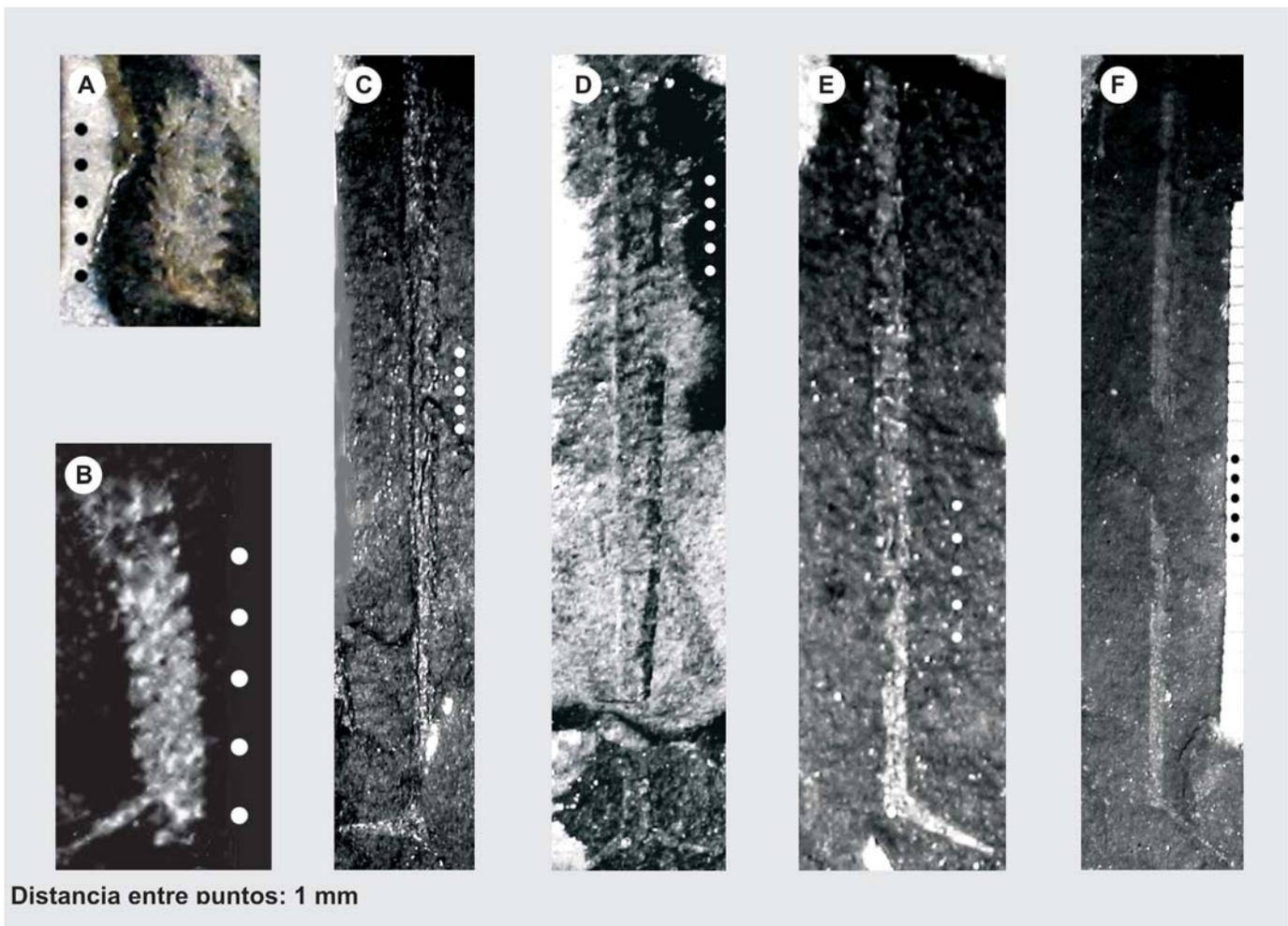
**Afinidades:** La asignación taxonómica del ejemplar resulta incierta por la ausencia de rasgos de la extremidad proximal, estructuras internas y rasgos tecales detallados.

**Repositorio:** MLP 31866b.

### Edad y correlación

De acuerdo a la descripción realizada se trata de una asociación de graptolitos de la Biozona de *Climacograptus bicornis*, lo que permite asignar, a los niveles fosilíferos de la Formación Las Lagunitas al Ordovícico Superior (Piso Sandbiano, inmediatamente por encima de la Biozona de *N. gracilis*, IUGS, 2006). Queda aún por definir la completa extensión temporal de la Formación Las Lagunitas, tanto hacia la base como al techo, para lo cual se están desarrollando trabajos estratigráficos.

Desde la primera descripción realizada por Turner (1960) de varios ejemplares de *C. bicornis* para la Formación Empozada de la Quebrada de San Isidro, Mendoza y luego ampliada por Toro y Brussa (2001), se han extendido los hallazgos a todo el ámbito del terreno Precordillera-Cuyania (Ortega y Brussa 1990, Ortega y Albanesi 1998, Peralta y Finney 2002). Una síntesis de las faunas graptolíticas identificadas en la provincia de Mendoza para diversos sectores fue realizada por Cuerda y Alfaro (1993). Las unidades portadoras de la biozona mencionada en la Precordillera son: Empozada, Sierra de la Invernada, Las Vacas, La Pola, Los Azules, Las Plantas, Alcaparrosa. En el Bloque de San Rafael, casi a la misma longitud (Fig. 1c) esta biozona fue también descripta en la Formación Pavón (Cuerda y Cingolani 1998). No se conocen registros de ésta biozona en el noroeste argentino. Cabe consignar que po-



**Figura 5:** Fotografías de A: *Graptolito biseriado* indet A, MLP 31867a; B: ? *Amplexograptus* sp, MLP 31867b; C-F: *Climacograptus bicornis* (Hall), MLP 31868a, observar la preservación de la membrana basal; MLP 31868b, 31868c. MLP: Repositorio Museo de La Plata.

see también una amplia distribución mundial (Finney *et al.* 1996) habiendo sido citada para Europa, Australia, Rusia y América del Norte. En Australia equivale a la Zona de *Orthograptus calcaratus* (Gi2) y en Gran Bretaña a la Zona de *Climacograptus wilsoni* - *Diplograptus multidens* (Webby 1995).

## DISCUSIÓN

De acuerdo a lo expresado, en el terreno Precordillera-Cuyania la Biozona de *C. bicornis* está registrada desde el área de Guandacol (La Rioja) al Norte hasta el Bloque de San Rafael (Mendoza) al Sur (Fig.1c). Desde el punto de vista cronoestratigráfico es el momento previo a la aparición de niveles con claras evidencias de la acción glaciaria hirnantiana, como se

expone en el ámbito oriental de la Sierra de Villicum (Peralta y Carter 1990). Es de señalar que dada la escasez de trabajos detallados, no se descarta una extensión temporal mayor que la aquí expuesta de la Formación Las Lagunitas.

El registro de graptolitos sandbianos-caradocianos, en el Sur de la provincia geológica Cordillera Frontal mendocina, constituye un aspecto novedoso para el análisis del Ordovícico argentino, con implicancias en el contexto de la evolución de las cuencas sudamericanas en el margen proto-andino de Gondwana (Fig. 1a, b). En efecto, la documentación de la Biozona de *C. bicornis* permite extender la correlación bioestratigráfica hacia el sur y oeste de las unidades silicoclásticas aflorantes en el terreno Precordillera (Fig. 1c), en virtud de la similitud de las for-

mas fósiles encontradas. Asimismo se destaca especialmente, la semejanza con algunas de las descritas para la Formación Pavón del bloque de San Rafael. La similitud bioestratigráfica encontrada podría indicar que la Formación Las Lagunitas tuvo una posición paleogeográfica cercana a la Precordillera durante el Ordovícico o que formaba parte de la cuenca sandbiana-caradociana de la Precordillera occidental.

Por otra parte, es interesante destacar la posibilidad, ya sugerida por otros autores (Borrello 1969, Caminos 1972, 1979), de hallar unidades equivalentes a los niveles graptolíticos aquí descritos en el basamento precarbonífero de los cordones del Plata y del Portillo. Por ejemplo, Borrello (1969) en el esquema propuesto del geosinclinal paleoídico, se refirió a la

extensión hacia la Cordillera Frontal del *flysch* del Paleozoico Inferior presente en el oeste de la Precordillera. A su vez, Caminos (1979) comparó el basamento pre-carbonífero, denominado por Polanski (1958) como complejo metamórfico de la Cordillera Frontal, con el basamento de la sierra de Uspallata; señalando que las metamorfitas de bajo grado del cordón del Plata presentan una gran similitud con la Formación Farellones y que las rocas ubicadas al sur del río Las Tunas son comparables con la Formación Bonilla. Poniendo de manifiesto que estas rocas podrían correlacionarse con aquellas de la Precordillera occidental.

La ausencia de fósiles en el complejo metamórfico ha impedido su correcta ubicación estratigráfica, siendo asignado en forma amplia al Proterozoico-Paleozoico inferior. Datos recientes para algunos sectores (López y Gregori 2004) evidencian edades neoproterozoicas. Asimismo los datos geocronológicos por U-Pb en circones de rocas metamórficas de la zona del Portillo (Las Yaretas) realizados por Ramos y Basei (1997), asignan al basamento de Chileña una edad grenvilliana (c. 1,1 Ga) lo cual resulta similar a las presentes en el contiguo terreno Precordillera.

En definitiva, la presencia de graptolitos del Ordovícico Superior (Sandbiano según el esquema estratigráfico sugerido por la *Ordovician Subcommission*, IUGS 2006 o Caradociano de las clásicas series británicas), en el ámbito del terreno Chileña, abre un nuevo aspecto de interés para los análisis tectono-estratigráficos y paleobiogeográficos del Ordovícico Superior, como parte del ciclo orogénico famatiniano.

## CONCLUSIONES

a) Se documenta, por primera vez, el hallazgo de graptolitos de la Biozona de *Climacograptus bicornis*, del Ordovícico Superior (Sandbiano o Caradociano) en pelitas negras laminadas de la Formación Las Lagunitas, en el perfil del Arroyo Cortaderas, cordón del Carrizalito de la

Cordillera Frontal.

b) El registro paleontológico descripto permite ampliar la distribución de la Biozona de *Climacograptus bicornis* en la Argentina, anteriormente documentada en el ámbito de la Precordillera y el bloque de San Rafael, Mendoza.

c) Se destaca el nexa bioestratigráfico de la Formación Las Lagunitas con unidades del terreno Precordillera-Cuyania, lo cual permite plantear la hipótesis que esta unidad tuvo una posición paleogeográfica cercana a la Precordillera, o directamente, que formaba parte de una cuenca sandbiana-caradociana de la Precordillera occidental, como fuera sugerido previamente por varios autores para otras unidades pre-carboníferas del sur de la Cordillera Frontal.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam) por el financiamiento de los trabajos de campo (PI 193-FCEyN). Asimismo el trabajo fue financiado parcialmente por CONICET (PIP 5027) y ANPCyT (PICT 07-10829). Los autores agradecen los valiosos comentarios y sugerencias vertidos por los árbitros de la Revista, Dres. M. C. Moya y J. L. Benedetto, que ayudaron a mejorar el texto presentado.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J. 1973. Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico Inferior del Noroeste Argentino. 2º Congreso Latinoamericano de Geología, Actas 2: 755-783.

Aceñolaza, F.G. 2002. Aspects of the Ordovician System in Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica 16: 7-15, San Miguel de Tucumán.

Astini, R.A., Benedetto, J.L. y Vaccari, N.E. 1995. The Early Paleozoic evolution of the Argentine Precordillera as a Laurentian rifted, drifted and collided terrane: a geodynamic model. Geological Society of America Bulletin 107 (3): 253-273.

Benedetto, J.L. 2003. Paleobiogeography. En Be-

nedetto, J.L. (ed.) Ordovician fossils of Argentina. Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, 91-109, Córdoba.

Borrello, A.V. 1969. Geosinclinales de la Argentina. Anales Dirección Nacional de Geología y Minería, 14, 188 p., Buenos Aires.

Caminos, R. 1972. Cordillera Frontal. En Leanza, A.F. (ed.) Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, 305-343, Córdoba.

Caminos, R. 1979. Cordillera Frontal. En Turner, J.C.M. (coord.) Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias 1: 397-453, Córdoba.

Cingolani, C.A., Manassero, M.J. y Abre, P. 2003. Composition, provenance and tectonic setting of Ordovician siliciclastic rocks in the San Rafael Block: southern extension of the Precordillera crustal fragment, Argentina. Journal of South American Earth Sciences 16: 91-106.

Cuerda, A.J., Cingolani, C.A. Schauer, O. y Varela, R. 1986. Bioestratigrafía de Ordovícico (Llanvirniano-Llandeiliano) de la Sierra del Tontal, Precordillera de San Juan. Descripción de su fauna graptolítica. Ameghiniana 23(1-2): 3-33.

Cuerda, A.J. y Alfaro, M. B. 1993. Faunas graptolíticas. En Ramos, V.A. (ed.) Geología y Recursos Naturales de Mendoza. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Relatorio: 287-292, Mendoza.

Cuerda, A.J. y Cingolani, C.A. 1998. El Ordovícico de la región del Cerro Bola en el Bloque de San Rafael, Mendoza: sus faunas graptolíticas. Ameghiniana 35(4): 427-448.

Dalla Salda, L.H., Cingolani, C.A. y Varela, R. 1992. Early Paleozoic orogenic belts of the Andes in southwestern South America. Results of Laurentia-Gondwana collision? Geology 20: 617-620.

Dessanti, R. y Caminos, R. 1967. Edades potasio-argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamórficas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierras de San Rafael, provincia de Mendoza. Revista de la Asociación Geológica Argentina 22(2): 135-162.

Elles, G.L. y Wood, E.M.B. 1901-1918. Monograph of British Graptolites. En Lapworth, C. (ed.) Palaeontographical Society, Monograph 171: 1-539, London.

Finney, S.C., Grubb, B.J. y Hatcher, R.D. 1996.

- Graphic correlation of Middle Ordovician graptolite shale, southern Appalachians: An approach for examining the subsidence and migration of a Taconic foreland basin. *Geological Society of America, Bulletin* 108: 355-371.
- Fortey, R.A. y Cooper, R.A. 1986. A phylogenetic classification of the graptoloids. *Palaeontology* 29: 631-654.
- Groeber, P. 1947. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70. 2. Hojas Sosneao y Maipo. *Revista Sociedad Geológica Argentina* 2(2): 141-176.
- Hall, J. 1847. Description of the organic remains of the New York System. *Paleontology of New York*, 338 p., New York.
- Hall, J. 1865. Graptolites of the Quebec Group. *Geological Survey of Canada, Canadian Organic Remains* 2: 1-151.
- IUGS 2006. International Subcommittee on Ordovician Stratigraphy. *International Union of Geological Sciences, Ordovician News* 23, 64 p.
- Keller, M. 1999. Argentine Precordillera. Sedimentary and Plate Tectonic History of a Laurentian Crustal fragment in South America, *Geological Society of America, Special Paper* 341: 1-131.
- Lapworth, C. 1873. On and improved classification of the Rhabdophora. *Geological Magazine* 10: 500-504, London.
- Lapworth, C. 1875. Description of the graptolites of the Arenig and Llandeilo rock of St. Davids. *Quarterly Journal of the Geological Society* 31: 631-672, London.
- López, V. y Gregori, D.A. 2004. Provenance and evolution of the Guarguaraz Complex, Cordillera Frontal, Argentina. *Gondwana Research* 7(4): 1197-1208.
- Mitchell, C. 1987. Evolution and phylogenetic classification of the Diplograptacea. *Paleontology* 30(2): 353-405. London.
- Ortega, G. y Brussa, E.D. 1990. La Subzona de *Climacograptus bicornis* (Caradociano temprano) en la Formación Las Plantas en su localidad tipo, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 27: 281-288.
- Ortega, G. y Albanesi, G.L. 1998. The record of the *Nemagraptus gracilis* Zone in the Argentine Precordillera. En Gutierrez-Marco, J.C. y Rabano, I. (eds.) *Proceeding 6th Graptolite Conference, Temas Geológicos-Mineros, Instituto Tecnológico Geominero de España* 23: 231-235.
- Pankhurst, R.J. y Rapela, C.W. 1998. The proto-Andean margin of Gondwana: an introduction. En Pankhurst, R.J. y Rapela, C.W. (eds.) *The proto-Andean margin of Gondwana. Geological Society, Special Publications* 142: 1-9, London.
- Peralta S.H. y Carter, C.H. 1990. La Glaciación Gondwánica del Ordovícico tardío: evidencias en fangositas guijarrosas de la Precordillera de San Juan. 11º Congreso Geológico Argentino, *Actas* 2: 181-185, San Juan.
- Peralta, S.H. y Finney, S. 2002. The Upper Ordovician Graptolite faunas of the Cuyania Terrane: Their biostratigraphic and paleogeographic significance in the Western margin of Gondwana. En Aceñolaza, F.G. (ed.) *Aspects of the Ordovician System in Argentina. INSUGEO, Serie Correlación Geológica* 16: 41-70, San Miguel de Tucumán.
- Polanski, J. 1958. El bloque variscico de la Cordillera Frontal de Mendoza. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 12(3): 165-196.
- Sruoga, P., Etcheverría, M., Folguera, A., Repol, D. y Zanettini, J.C. 2005. Hoja geológica 3569-I, Volcán Maipo, Mendoza. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina, 1:250.000 Servicio Geológico Minero Argentino, *Boletín* 290, 238 p., Buenos Aires.
- Ramos, V.A. y Basei, M.A.S. 1997. The basement of Chilenia: An exotic continental terrane to Gondwana during the early Paleozoic. En Bradshaw, J.D. y Weaver, S.D. (eds.) *Terrane Dynamics 97, International Conference on Terrane Geology, Conference abstracts*: 140-143, Christchurch.
- Ramos, V.A., Jordan, T.E., Allmendinger, R.W., Mpodozis, C., Kay, S.M., Cortés, J.M. y Palma, M.A. 1986. Paleozoic terranes of the central Argentine-Chilean Andes. *Tectonics* 5(6): 855-880.
- Rivas, J.F. 1976. *Climacograptus bicornis bicornis* (Hall), its ancestor and likely descendents. En M. G. Bassett (ed.) *The Ordovician System: Proceedings of the Palaeontological Association Symposium* 589-619.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 2001. Revisión de graptolitos del Ordovícico medio a superior (Familias *Nemagraptidae* y *Diplograptidae*) de la Formación Empozada, provincia de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 38(4): 355-366.
- Turner, J.C. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 14: 5-180.
- Volkheimer, W. 1966. Descripción geológica de la Hoja 27b, Cerro Sosneado. Servicio Geológico Nacional, (inédito), PAGINAS, Buenos Aires.
- Volkheimer, W. 1978. Descripción geológica de la Hoja 27b, Cerro Sosneado, Provincia de Mendoza. Secretaría de Estado de Minería, *Boletín* 151, 83 p., Buenos Aires.
- Webby, B.D. 1995. Towards an Ordovician time scale. En Cooper, J.D., Droser, M.L. y Finney, S.C. (eds) *Ordovician Odyssey, The Pacific Section Society for Sedimentary Geology (SEPM)* 5-10, Fullerton.

Recibido: , 2009

Aceptado: , 2009