

Bioestratigrafía de la Formación Las Vacas (Ordovícico - Precordillera Argentina) basada en graptofaunas. Relaciones con el diastrofismo guandacólico

Alfredo CUERDA¹, Marcelo CABALLÉ² y Marta ALFARO¹

Abstract. LAS VACAS FORMATION BIOSTRATIGRAPHY (ORDOVICIAN, ARGENTINE PRECORDILLERA) BASED ON GRAPTOLITES. RELATIONSHIPS WITH THE GUANDACOLIC TECTONIC EVENT. Research carried out on the Las Vacas Formation biostratigraphy (415 m thick, Caradocian age) and regional geological observations, allowed the authors to conclude: 1. Biostratigraphy: two graptolite faunas are recognized, autochthonous and allochthonous, first one with taxa of Caradocian age, in pelitic rocks, and the second found in pebbles in conglomerates as debris of the underlying unit (Gualcamayo Formation). 2. Tectonism is related to the Guandacolic Phase, which spans Arenigian to Caradocian. The following three tectonic subphases are recognized: a, *initial subphase* related to the subsidence of the basin (Guandacol subbasin) on the carbonatic platform, filled up with Arenigian-Llanvirnian sediments, characterized by a deep submarine belt contiguous to the carbonatic platform and which gave rise to the Guandacol subbasin and its infilling with the Gualcamayo Formation sediments (Upper Arenig- Lower Llanvirn, *Isograptus victoriae maximus* to the *Paraglossograptus tentaculatus* Zones); b, *maximum subphase*, characterised by the following two phases: i – Uplift of the sedimentary basin with the Gualcamayo Formation entirely lithified, resulting in the unconformity at the top of this unit, followed by subsidence of the basin and infilling with Caradocian deposits (*N. gracilis* – *C. bicornis* Zone); ii – Faulting and rapid uplift of the carbonate platform and the sedimentary cover (San Juan – Gualcamayo Formations). The debris, as well as large blocks of calcareous rocks, were carried out into the basin. All these events occurred between the *P. tentaculatus* and *N. gracilis* Zones; c, *terminal subphase*, consisting in pulsatory or intermittent uplifts and short periods of tectonic quiescence. Conglomerates (allochthonous faunas) and black shales (autochthonous faunas) are the most important rocks of these two tectonic moments. This subphase spans the *N. gracilis* to *C. bicornis* Zones.

Resumen. Investigaciones efectuadas sobre la estratigrafía de la Formación Las Vacas y observaciones geológicas regionales, han permitido alcanzar las siguientes conclusiones: 1– Bioestratigráficas: se reconocen dos graptofaunas: autóctonas y alóctonas, la primera integrada por taxones de edad caradociana, en rocas pelíticas, y la segunda en guijarros de conglomerados provenientes de la subyacente Formación Gualcamayo. 2– Tectonismo: está relacionado con la Fase Guandacólica que abarca el intervalo entre Arenigiano y Caradociano. Se reconocen tres fases tectónicas, a– subfase inicial, que generó la subsidencia de la cuenca (Subcuenca Guandacol) sobre la plataforma carbonática, rellena por sedimentitas arenigianas-lanvirnianas de la Formación Gualcamayo, Zonas de *Isograptus victoriae maximus*–*Paraglossograptus tentaculatus*. b– subfase principal, caracterizada por los siguientes subestadios: i– levantamiento de la cuenca sedimentaria, colmatada por la Formación Gualcamayo totalmente litificada. Ello generó la discordancia localizada en el techo de esta unidad, seguido por la subsidencia de la cuenca y relleno sedimentario con depósitos caradocianos (Zonas de *N. gracilis*–*C. bicornis*). ii– fracturación y rápido ascenso de la plataforma carbonática y su cobertura sedimentaria (Formaciones San Juan–Gualcamayo). c– subfase final, consistió en ascensos de tipo pulsatorio y cortos períodos de calma tectónica. Conglomerados (faunas alóctonas) y pelitas negras (faunas autóctonas) son las rocas más importantes relacionadas con estos eventos tectónicos. Esta subfase comprende el intervalo entre las Zonas de *N. gracilis*–*C. bicornis* (*bicornis*).

Key words. Graptolites. Biostratigraphy. Diastrophism. Las Vacas Formation. Ordovician. Argentine Precordillera.

Palabras clave. Graptolitos. Bioestratigrafía. Diastrofismo. Formación Las Vacas. Ordovícico. Precordillera Argentina.

Introducción

Dentro de la Precordillera del oeste argentino, la región ubicada al suroeste de Guandacol, limítrofe entre las provincias de La Rioja y San Juan, constituye el área clásica para el examen de la sucesión ordovícica en facies siliciclásticas. En ella se encuentra

expuesta la sucesión ordovícica más completa de la Precordillera Central, donde se localizan los estrato-tipos de las unidades estratigráficas reconocidas al presente. Los estudios de detalle en la zona se iniciaron con el levantamiento de la Hoja geológica 17b – Guandacol (Furque, 1958, 1963). Este autor reconoció un conjunto de unidades litoestratigráficas que, en orden ascendente, denominó Formaciones Gualcamayo y Trapiche, esta última integrada por el “Conglomerado de las Vacas”, “Lutita de las Plantas” y “Estratos de Trapiche”. Esta columna estratigráfica, junto con las unidades subyacentes, For-

¹Departamento Científico de Geología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Argentina. acuerda@museo.fcnym.unlp.edu.ar

²Cátedra de Fundamentos de Geología, Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata, Universidad Nacional de La Plata, Calle 122 e/ 60 y 61, 1900 La Plata, Argentina.

mación Gualcamayo y Caliza San Juan, fueron asignadas al Ordovícico (*latu sensu*). Posteriormente (Furque, 1972a, 1972b) definió el Grupo Trapiche, para reunir a las formaciones Las Vacas, Las Plantas y Trapiche, y propuso identificar como Guandacólicos (o Fase Guandacol) a los movimientos tectónicos que dieron lugar a la generación de los gruesos depósitos que componen el Conglomerado de Las Vacas.

Las faunas de graptolitos se localizan en todo el espesor de la columna sedimentaria motivando numerosas investigaciones que comienzan con la contribución de Turner (1960), seguidas por aquéllas de Ortega (1987), Ortega y Cuerda (1988), Ortega y Brussa (1991), Cuerda *et al.* (1994 y 1997), Astini y Brussa (1996), Ortega y Albanesi (1998, 1999) y Albanesi *et al.* (1999). Rodríguez (1971), rectificó la relación estratigráfica entre las formaciones Gualcamayo – San Juan establecida por Furque (1958, 1963) al aceptar la ubicación cronoestratigráfica de la Formación San Juan en el Llanvirniano inferida por Harrington (*in* Harrington y Leanza 1957) sobre la base de trilobites. Astini (1999) modificó el cuadro estratigráfico vigente al redefinir los límites de la Formación Las Vacas. Dentro del intervalo sedimentario referido al Caradociano, este autor reconoció dos discordancias, una erosiva en la base la Formación Las Vacas y otra, angular, entre las Formaciones Las Plantas y Trapiche del anterior ordenamiento (Furque 1958, 1963).

Los afloramientos de la Formación Las Vacas se extienden desde el río Guandacol hacia el sur, hasta el borde occidental de la sierra de la Batea. Los más completos se localizan entre el río Guandacol y la quebrada Las Vacas, en tanto que hacia el sur disminuyen las exposiciones al tiempo que la unidad pasa a apoyarse directamente sobre niveles de la Formación San Juan por ausencia de la Formación Gualcamayo. La sección geológica examinada en la presente contribución está ubicada a lo largo de la quebrada Las Plantas, con extensión al espacio comprendido entre ésta y el abra de los Celestitos (figura 1). El trabajo ha tenido por objetivos el estudio de la sucesión estratigráfica local, el reconocimiento de la bioestratigrafía de la Formación Las Vacas (*sensu* Astini, 1999) y, sobre la base del examen de las tectofacies, la identificación de los eventos diastróficos que dieron lugar a su generación.

El análisis de la sucesión sedimentaria se ajustó a los siguientes criterios: a) la medición de la columna se efectuó “capa por capa”; b) las graptofaunas reconocidas en las secciones se colectaron tanto en niveles de pelitas negras y psamitas asociadas, como en fragmentos de naturaleza pelítica que componen la trama sedimentaria de los depósitos gruesos de la secuencia; c) el examen detenido de la sucesión sedimentaria y de las graptofaunas reveló la presencia de

dos conjuntos de taxones: “faunas autóctonas” y “faunas alóctonas”. Las primeras están restringidas a los depósitos pelíticos o psamo–pelíticos intercalados en todos los miembros de la Formación Las Vacas, siendo su estado de preservación en general bueno. Las segundas se asocian a los intervalos psefíticos y provienen de la remoción de diferentes estratos fosilíferos de la Formación Gualcamayo. La distribución de las faunas alóctonas dentro de la secuencia es aleatoria y coexisten taxones de diferente edad (arenigiana–llanvirniana), siendo el estado de preservación de los graptolitos con frecuencia deficiente. Por tanto, la determinación de los taxones, con excepción de algunas formas de morfología distintiva, debe detenerse a nivel genérico. Teniendo en cuenta la aloctonía de estas faunas y su distribución aleatoria, las mismas no son tratadas en la descripción sistemática.

Estratigrafía

El cuadro estratigráfico que se adopta, basado en la reinterpretación realizada por Astini (1999) sobre el ordenamiento de Furque (1963, 1972a), queda integrado conforme se indica en la figura 2. Dentro de este esquema, el Miembro pelitas, psamitas y conglomerados de la Formación Las Vacas corresponde a los “niveles de transición” descritos en el abra de los Celestitos por Cuerda *et al.* (1994, 1997) y se considera equivalente lateral del “intervalo basal arenoso” señalado informalmente por Astini (1999) en la sección de la quebrada Los Saltitos. La incorporación de este miembro en la base de la secuencia, ha llevado a eliminar en el Miembro conglomerados macizos y olistostromas el adjetivo “basales” de la terminología utilizada por Astini (1999).

La sucesión analizada incluye desde los niveles cuspidales del Miembro pelitas, psamitas y conglomerados hasta el Miembro conglomerados estratificados (figura 3). En la misma se destaca la presencia de diamictitas psefíticas (paraconglomerados), cuya fracción clástica incluye fragmentos derivados de la remoción de las unidades sedimentarias infrayacentes (Formaciones Gualcamayo y San Juan), además de rodados provenientes de la erosión del basamento ígneo–metamórfico. En particular los depósitos que corresponden al Miembro conglomerados macizos y olistostromas, alojan bloques y olistolitos de hasta varias decenas de metros de extensión. Las litofacies más finas son con frecuencia fosilíferas.

La columna sedimentaria examinada posee 415 m de espesor y queda integrada, en orden ascendente, como sigue:

a) *Miembro pelitas, psamitas y conglomerados*. Asentado mediante discordancia erosiva sobre la Formación Gualcamayo, está representado por un conjunto de pelitas negras y psamitas con laminación

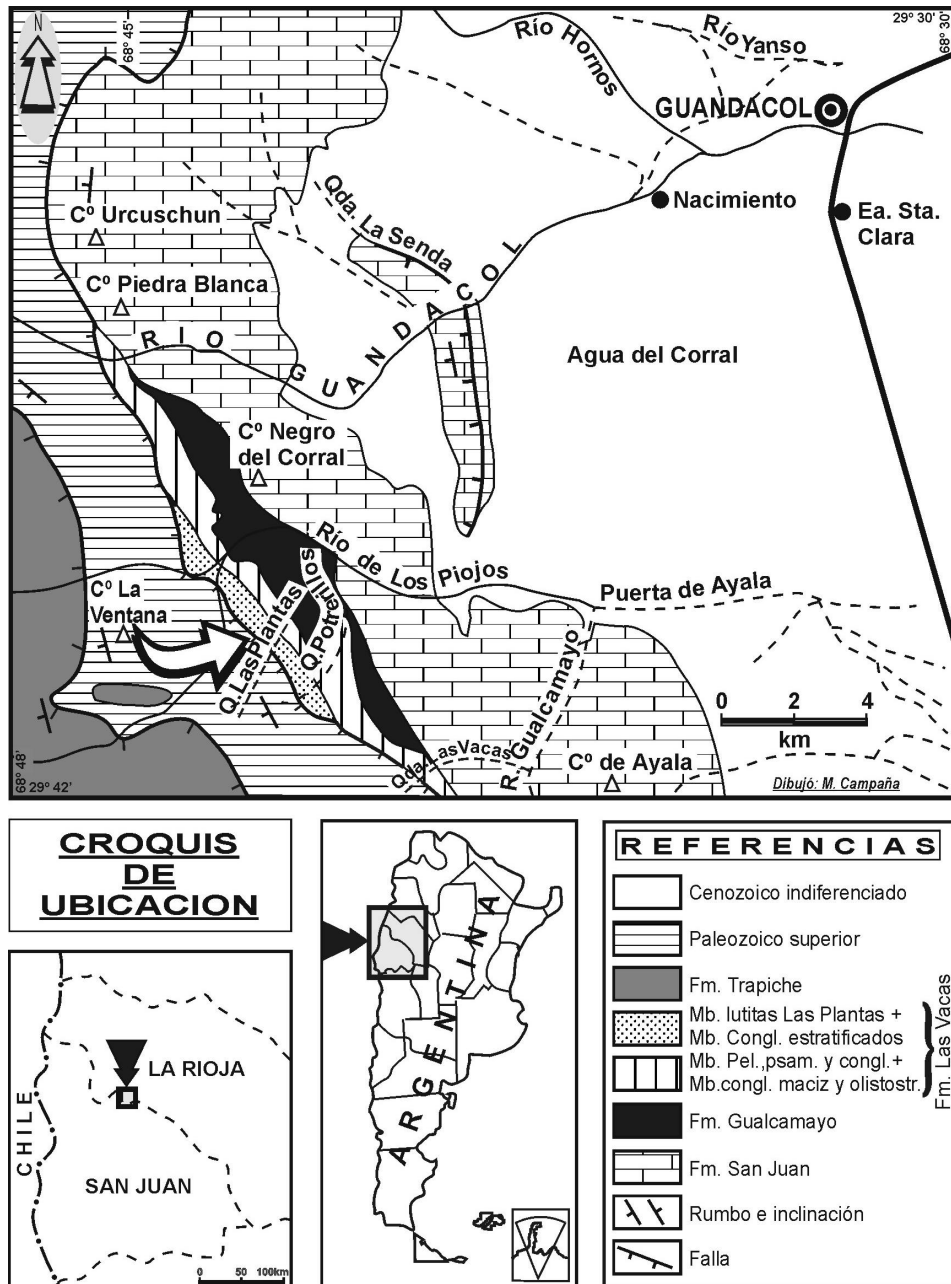


Figura 1. Mapa geológico (modificado de Furque, 1963 y Astini, 1999) / Geological map (modified from Furque, 1963 and Astini, 1999).

paralela y entrecruzada, entre las que se interponen lechos conglomerádicos. En el abra de los Celestinos Cuerva *et al.* (1994 y 1997) determinaron 88 metros de espesor a partir de la aparición del primer banco psefítico sobre las pelitas de la Formación Gualcamayo. En la sección estudiada sólo afloran los 10 metros cuspidales de la unidad, desapareciendo los estratos inferiores bajo el manto de acarreo cuaternario. En niveles localizados 1,5 m por debajo del contacto superior fue colectada una graptofauna autóctona integrada por los siguientes taxones: *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood, *Dicellograptus* cf. *intortus* Lapworth, *Climacograptus* sp., *Pseudoclimacograptus* cf. *scharenbergi* (Lapworth), *Reteograptus geinitzianus*

Hall, cf. *Dictyonema* y *Orthograptus* sp., fragmentos de rabdosomas tentativamente asignados a *Nemagraptus gracilis* (Hall) e hiladas tecales pertenecientes a taxones del orden Dendroidea.

b) *Miembro conglomerados macizos y olistostromas*. Se apoya en neto contacto erosivo sobre la unidad precedente y se halla integrado por 215 m de psefitas que constituyen el clásico “Conglomerado Las Vacas” de Furque (1958, 1963). La relación de base discordante, hace que en otros perfiles se observe asentada directamente sobre niveles de la Formación Gualcamayo o sobre la Formación San Juan.

Los niveles inferiores y superiores de la unidad se componen de paraconglomerados medianos a grue-

Unidades litoestratigráficas			Biozonas	Fase Guandacólica
Caradociano	Fm. Las Vacas	Mb. conglomerado estratificado	<i>C. bicornis</i>	Subfase final
		Mb. lutitas Las Plantas	<i>N. gracilis</i>	
		Mb. conglomerados macizos y olistostromas		Subfase principal
		Mb. pelitas, psamitas y conglomerados		
Llanvirn.	Fm. Gualcamayo		<i>P. tentaculatus</i>	Subfase inicial
Arenigiano			<i>Oncograptus</i>	
			<i>I. victoriae maximus</i>	

Figura 2. Unidades litoestratigráficas, biozonas y subdivisión de la fase diastrófica Guandacólica / *Litostratigraphical units, biozones and subdivisions of the Guandacolic diastrophic phase.*

Los con escasas intercalaciones psamíticas. Entre los clastos mayores predominan los de cuarzo (subredondeados), sobre los de calizas, psamitas y pelitas negras, soportados en abundante matriz pelítica a psamítica de grano fino. La estratificación es poco marcada, aunque permite identificar bancos de geometría lenticular y cuneiforme. El paquete intermedio se caracteriza por diamictitas de estructura cáotica y granulometría heterogénea, destacándose bloques de calizas de 3 – 4 m, hasta grandes olistolitos de 60 – 80 m de extensión con espesores de 30 – 40 m. Los bloques de naturaleza pelítico-psamítica portadores de graptolitos son menos frecuentes, al igual que los clastos de cuarzo y de rocas ígneo-metamórficas, que pasan a formar parte de la matriz de la melange.

En los niveles inferiores fue reconocida una fauna alóctona integrada por *Isograptus* sp. y *Loganograptus logani* (Hall), mientras que en los intermedios se determinaron taxones alóctonos como *Pendeograptus* cf. *fruticosus* (Hall) (3 R). Es de señalar que Astini y Brussa (1996) reconocieron en esta unidad una graptofauna autóctona integrada por *Climacograptus bicornis* (Hall), *Cryptograptus* cf. *C. insectiformis* Ruedemann, *Cryptograptus* sp., *Orthograptus* sp., *Amplexograptus* sp., *Reteograptus* sp., y *Pseudoclimacograptus* cf. *P. modestus* Ruedemann.

c) *Miembro lutita Las Plantas.* Conforme a las observaciones realizadas en la sección de referencia el pasaje entre éste y el miembro subyacente es concor-

dante y transicional. Se asigna a esta unidad una sucesión de 103 m de espesor constituida por pelitas, psamitas y conglomerados, que encierra una rica fauna de graptolitos, además de trilobites, braquiópodos y pelecípodos frecuentemente alojados en concreciones calcáreas.

El tramo inferior del conjunto se compone de 42 m de fangolitas guijosas, de tonalidades gris claras, que hacia arriba se intercalan con lutitas negras, psamitas con laminación ondulítica y paralela y delgados lechos lenticulares de sabulitas. Niveles con graptolitos identificados como “A”, “B”, “C” y “D” se disponen a 6, 16, 18 y 22 m por arriba de la base de la unidad. En el conjunto fueron identificadas faunas autóctonas integradas por *Diplograptus* sp., *Dicranograptus* aff. *nicholsoni* Hopkinson, *Amplexograptus* cf. *arctus* Elles Wood, *Hallograptus* cf. *bimucronatus* (Nicholson) y *Cryptograptus* cf. *tricornis* (Carruthers), asociadas al trilobite *Guandacolithus furquei* Harrington y Leanza. A 31 y 40 m se intercalan los niveles fosilíferos “E” y “F”, con una fauna autóctona de *Amplexograptus* cf. *arctus* Elles y Wood conjuntamente con *Guandacolithus furquei* Harrington y Leanza.

La sección intermedia, de 30 m de potencia y ordenada en estratos medianos a gruesos, presenta paraconglomerados con clastos de cuarzo, rocas ígneo-metamórficas, calizas y pelitas, entre los que se intercalan lechos de psamitas con laminación paralela y lutitas negras. A 47 m sobre la base del miembro fue localizado el nivel fosilífero “G” con una fauna autóctona de *Diplograptus* sp., cf. *Koremagraptus* sp. y *Amplexograptus* cf. *molestus* Thorslund, mientras que a 67 m se interpone el nivel “H” portador de faunas alóctonas con *Loganograptus* sp. Los 31 m superiores de la unidad están compuestos por psamitas laminadas y pelitas negras regularmente estratificadas, entre las que se disponen escasos y delgados bancos psefíticos. A 75 m de la base, clastos de naturaleza pelítica contienen una fauna alóctona integrada por *Loganograptus logani* (Hall), *Paraglossograptus* cf. *tentaculatus* (Hall) y cf. *Phyllograptus* sp., en el nivel “I”.

Cabe señalar que Cuerda (1973) localizó a 1,50 m por arriba del contacto con el miembro subyacente un estrato fosilífero integrado exclusivamente por restos de *Nemagraptus gracilis* (Hall), donde podría estar representada la zona de apogeo del citado taxón.

d) *Miembro conglomerados estratificados.* Se dispone en concordancia sobre el miembro anterior e involucra un conjunto de 87 m de espesor, en el cual se registraron 60 cuerpos conglomerádicos. A los fines de su representación gráfica éstos fueron parcialmente fusionados. Los conglomerados son medianos a finos, constituyen bancos de 1 a 3 m de espesor y se componen de fragmentos subredondeados de cuar-

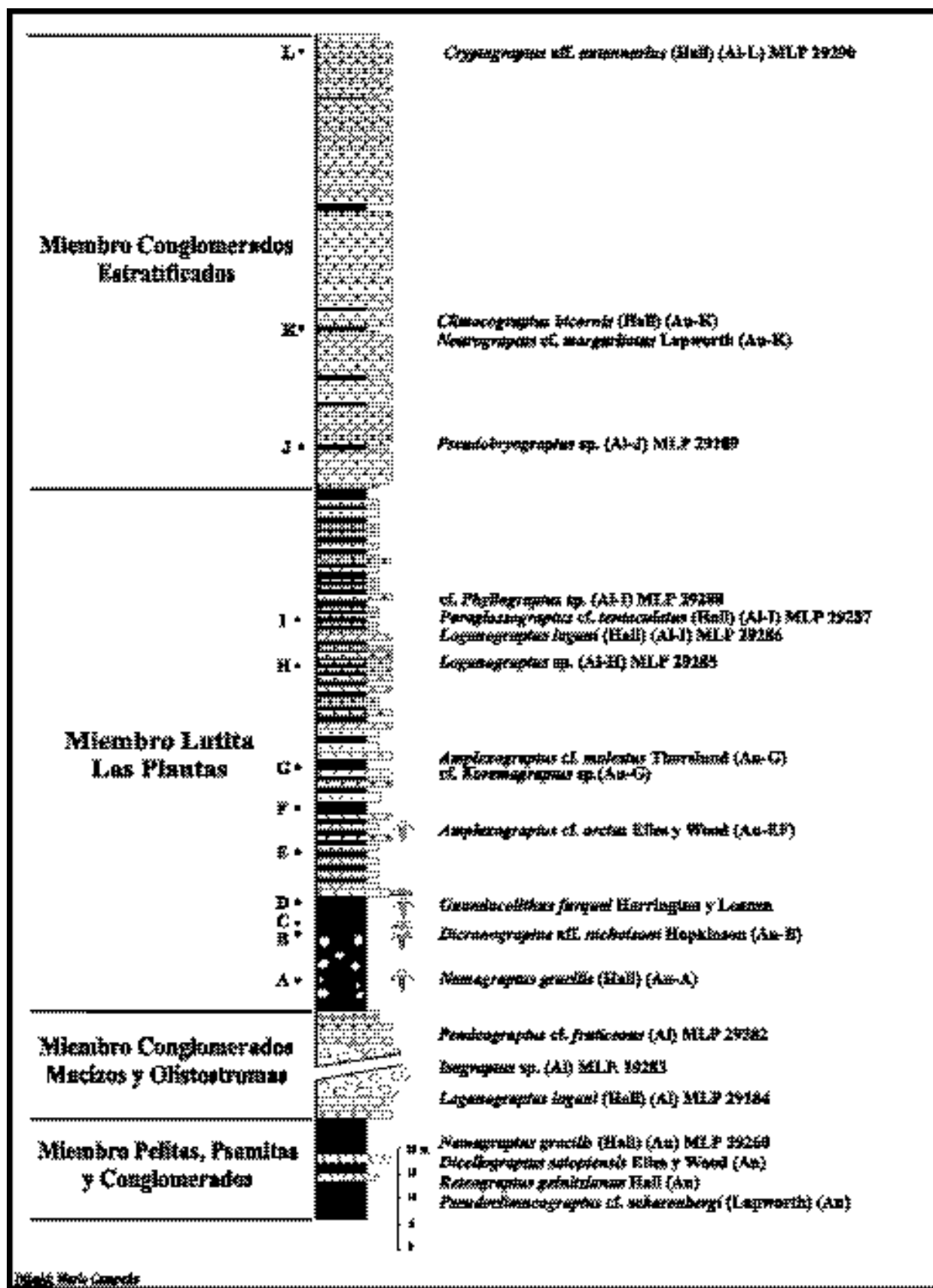


Figura 3. Perfil columnar de la Formación Las Vacas (Caradociano) con la ubicación relativa de los niveles fosilíferos con graptolitos (faunas autóctonas y alóctonas) / Stratigraphical column of the Las Vacas Formation, showing the relative location of the fossiliferous graptolite levels (autochthonous and allochthonous faunas).

zo, calizas, areniscas y pelitas, soportados en matriz arenosa a pelítica. Se intercalan estratos delgados a medianos de psamitas, macizas o laminares, además de niveles de pelitas negras frecuentemente portadoras de graptolitos. Un estrato pelítico localizado a 30 m de la base (nivel "K") conserva una fauna autóctona con *Climacograptus bicornis* (Hall) y *Neurograptus* cf. *margaritatus* (Lapworth). Faunas alóctonas fueron identificadas en el nivel "J", a 5 m de la base, con *Pseudobryograptus* sp., y a 83 m (nivel "L") con *Cryptograptus* aff. *antennarius* (Hall) juvenil, junto con *Paraglossograptus* sp. y *Didymograptus* sp.

Descripciones sistemáticas

Repositorio. Museo de La Plata (MLP), División Paleontología Invertebrados.

Conforme a lo ya expresado, el examen descriptivo se limita a las formas autóctonas de la colección.

Clase GRAPTOLITHINA Bronn, 1846; *emend.*

Lapworth, 1875

Orden DENDROIDEA Nicholson, 1872

Familia DENDROGRAPTIDAE Roemer in

Frech, 1897

Género *Dictyonema* Hall, 1851

Especie tipo. *Gorgonia flabelliformis* Eichwald, 1840.

cf. *Dictyonema* sp.

Figura 5.D

Material. Un ejemplar incompleto, sin poder reconocer los sectores proximales y distales de la colonia. MLP 29.258.

Descripción. Pequeño fragmento de radosoma de 2 cm de largo y 1,0 cm de ancho, en precario estado de preservación. Estipes ligeramente deformados con un espaciado que oscila entre 1,4 y 0,6 mm. Los disepimientos se han preservado sólo en algunos sectores de la colonia y las distancias relativas varían entre 2,5 y 2,0 mm. Tecas no preservadas.

Observaciones. Los caracteres señalados presentan las características del género *Dictyonema*, sin que pueda precisarse su ubicación específica.

Familia ACANTOGRAPTIDAE Bulman, 1938

Género *Koremagraptus* Bulman, 1927

Especie tipo. *Koremagraptus onniensis* Bulman, 1942.

cf. *Koremagraptus* sp.

Figuras 4.B 1, 2

Material. Un ejemplar incompleto en buen estado de preservación. MLP: 28.161.

Descripción. Radosoma algo deformado, de diseño cónico y sector proximal roto. Es característica la convergencia de las ramas externas en dirección al ápice

generando un ángulo de aproximadamente 130°. La longitud axial es de unos 3 cm, siendo de 5 cm el ancho distal. Tecas no preservadas. Las ramas se anastomosan de modo irregular sin ajustarse a un patrón determinado, dando lugar a un diseño caótico.

Observaciones. Tentativamente el taxón se ha asignado al género *Koremagraptus* de acuerdo a la descripción de Bulman (1927). *Koremagraptus* tiene en común con el género *Desmograptus* Hopkinson la anastomosis de las ramas, pero hay una marcada diferencia en las características de la misma. Mientras en el segundo de estos géneros se observa un ordenamiento parcialmente regular de las anastomosis e incluso algunas de las ramas están conectadas por muy escasos disepimientos, según fuera descrito por Chapman *et al.* (1996) en *Koremagraptus* no se observa el mencionado ordenamiento sino que, por el contrario, es de tipo aleatorio y en consecuencia caótico según es ilustrado por Bulman (1970, fig. 2a, 2b).

El biocrón del género se extiende entre el Cámbrico superior y Devónico medio.

Gen. et sp. indet.

Figura 5.C

Material. Varios fragmentos de ramas aisladas. MLP 29.259.

Descripción. Se trata de estipes aisladas de hasta 7,5 mm de largo, portadoras de tecas compuestas y de una sucesión de cortos apéndices que se desprenden a intervalos regulares por debajo de las mismas. Se supone que se trata de estipes separadas de una estructura mayor o radosoma. Las tecas presentan una morfología fácil de reconocer y constan de una autoteca que contiene en su interior a una biteca. Ambas convergen hacia la base continuándose en un corto espolón adherido a un raquis longitudinal. El conjunto tiene un largo de 1,3 mm con un ancho de 0,8 mm a nivel de la apertura, que decae a 0,2 mm hacia la base. La autoteca es más robusta que la biteca, a la que encierra con excepción del extremo apertural, que excede ligeramente el borde apertural de la primera. Los apéndices se desprenden de la rama a intervalos de 1,0 mm, son acuminados y terminan en un corto filamento, sólo preservado en dos de ellos.

Observaciones. La presencia de un sistema integrado por autoteca y biteca sienta las bases para ubicar este espécimen dentro del Orden Dendroidea, sin que pueda identificarse la familia y género al cual pertenece. Cabe destacar la estructura simple del sistema descripto respecto de la complejidad que caracteriza el desarrollo de las bitecas en los géneros que componen el Orden Dendroidea (Bulman, 1970). Se ha de indicar que esta forma fue examinada en un trabajo anterior (Cuerda *et al.*, 1998), siendo tentativamente ubicada dentro del Orden Dendroidea.

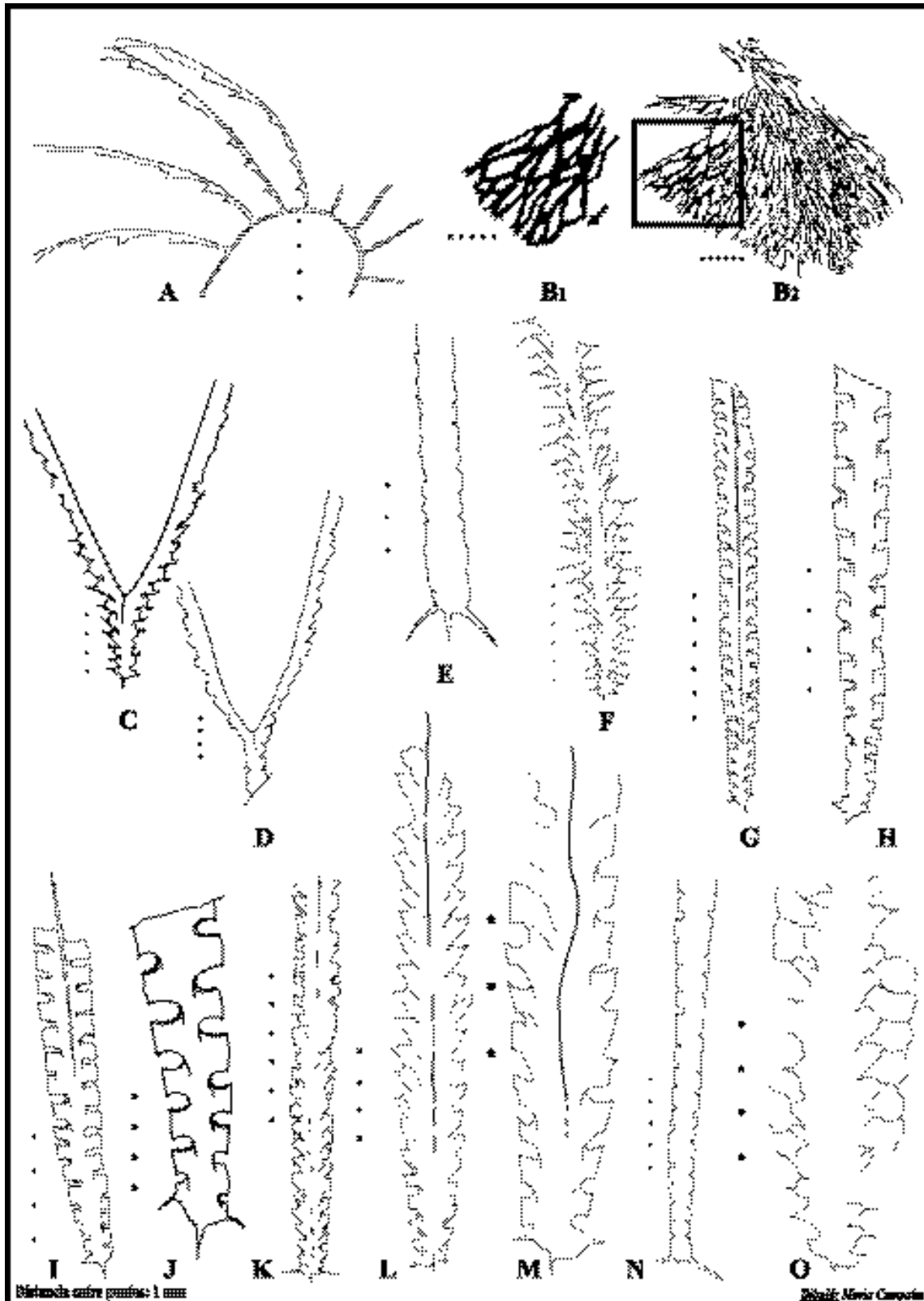


Figura 4. Graptofaunas autóctonas de los miembros superiores de la Formación Las Vacas / *Autochthonous graptolites of the upper most members of the Las Vacas Formation.* **A,** *Nemagraptus gracilis* (Hall), MLP 21.233 (A); **B,** cf. *Koremagraptus* sp., MLP 28.161 (G); **C,** *Dicranograptus* aff. *nicholsoni nicholsoni* Hopkinson, MLP 29.262 (B); **D,** *Dicranograptus* aff. *nicholsoni nicholsoni* Hopkinson, MLP 29.263 (A); **E,** *Cryptograptus* cf. *tricornis* (Carruthers), MLP 29.261 (B); **F,** *Hallograptus* aff. *bimucronatus* (Nicholson), MLP 29.281 (B); **G, H, I, J,** *Amplexograptus* cf. *arctus* Elles y Wood, MLP 29.271 (B), 29.272 (C), 29.273 (C), 29.274 (B); **K,** *Amplexograptus* cf. *molestus* Thorslund, MLP 29.270 (G); **L, M,** *Diplograptus* sp. indet., MLP 29.268 (G), 29.269 (F); **N,** *Climacograptus bicornis* (Hall), MLP 29.266 (K); **O,** *Neurograptus* cf. *margaritatus* (Lapworth), MLP 29.280 (K).

Orden GRAPTOLOIDEA Lapworth, 1875
 Familia NEMAGRAPTIDAE Lapworth, 1873, *emend.*
 Finney, 1985

Género **Nemagraptus** Emmons, 1855

Especie tipo. *Graptolithus gracilis* Hall, 1847.

Nemagraptus gracilis (Hall, 1847)
 Figura 4.A

1847. *Graptolithus gracilis*, Hall, p. 274
 1903. *Nemagraptus gracilis* (Hall); Elles y Wood, p.126–129, lám.19, figs. a–f, text–figs. 76 a–c.
 1947. *Nemagraptus gracilis* (Hall); Ruedemann, p. 367–368, lám. 60, figs.1–12.
 1951. *Nemagraptus gracilis* (Hall); Borrello y Gareca, p. 192, figs. 3–4. .
 1960. *Nemagraptus gracilis* (Hall); Turner, p. 95, lám.5, fig. 6.
 1987. *Nemagraptus gracilis* (Hall); Ortega, p. 131–133, lám. 29, figs. 1–7; fig. 19.

Material. Cinco ejemplares incompletos en regular estado de preservación. MLP 21.233 – 29.260.

Descripción. Fragmentos correspondientes a la parte convexa del primer par de ramas, de la que se desprenden estipes secundarios. Éstos se inclinan en la misma dirección que la correspondiente al primer orden. El largo conservado de las primeras es de 9 mm con un ancho de 0,1 mm. No se han preservado las tecas correspondientes a esta rama ni la morfología de la sícula. Del lado convexo y a intervalos que oscilan entre 0,9 y 1,0 mm se desprenden estipes secundarios con largo máximo de 1 cm. Las tecas se han conservado sólo en cuatro de los ocho estipes que integran el segmento secundario mejor preservado. Se distinguen por su bajo ángulo que oscila entre 11° y 34°. Las paredes ventrales en su origen son paralelas al lado dorsal del estipe, elevándose gradualmente hasta el borde apertural describiendo una suave curvatura cóncava. Los bordes son rectos y perpendiculares al lado dorsal. El largo de las tecas varía entre 0,7–0,8 mm en la base hasta 1,3 – 1,5 mm en el extremo. La frecuencia tecal es de 4 unidades en 5 mm registrados en la base.

Observaciones. Pese al carácter fragmentario de los ejemplares, se observan rasgos comunes con *N. gracilis* (Hall) que se pasa a mencionar: a) diseño del ejemplar que con sus dos sistemas de estipes pueden corresponder a una mitad del taxón a comparar, b) forma de las tecas y correspondiente espaciado. Por ello se considera aceptable asimilar los fragmentos al taxón del epígrafe.

Nemagraptus gracilis (Hall) es una forma frecuente en las secuencias caradocianas de la Precordillera desde los trabajos iniciales de Borrello y Gareca (1951), Turner (1960) y de aquéllos que le siguieron.

Familia CRYPTOGRAPTIDAE Hadding, 1915a

Género **Cryptograptus** Lapworth, 1880

Especie tipo. *Diplograptus tricornis* Carruthers, 1858.

Cryptograptus cf. tricornis (Carruthers, 1858)
 Figura 4.E

- 1858 *Diplograptus tricornis* Carruthers; p. 468, fig. 2.
 1880 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Lapworth, p. 171 ff. Pl. 5, figs. 27 a–e.
 1896 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Gurley, p. 298.
 1905 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; T.S. Hall, p. 21.
 1908 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Ruedemann, p. 443–448, text–figs. 410–417, Pl. 28 figs. 1–4.
 1936 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Decker, p. 307.
 1947 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Ruedemann, p. 446, Pl. 76, figs. 23–39.
 1960 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Berry, p. 70, Pl. 15 fig. 9.
 1962 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Skwarko, p. 226, text–fig. 4, fig. 9.
 1987 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Ortega, p. 149–150, fig. 24 i–l.
 1994 *Cryptograptus tricornis* Carruthers; Brussa, p. 209–211, fig. 58, A–B. lám. 36, fig. 5.

Material. Dos especímenes, uno maduro distalmente roto, el segundo corresponde a un estadio astogénico. Estado de preservación deficiente. MLP 29.261.

Descripción. El segmento conservado del espécimen maduro tiene una longitud de 89 mm y su ancho medido a nivel del inicio del sistema de espinas basales, es de 0,9 mm aumentando rápidamente a 12 mm, valor que se mantiene constante hacia el extremo distal. El recuento de tecas no es factible por la deficiente preservación, aunque por trechos se observan cavidades que corresponden a las aperturas tecales que están contenidas hasta seis veces en el ancho del rabdosoma. Del sistema de cuatro espinas que caracterizan la base de la colonia sólo se observan tres de ellas, dos laterales y una central. Esta última y una de las laterales están truncadas a una corta distancia de sus bases (2 a 4 mm). Las espinas laterales divergen con un ángulo de 105°. Los márgenes de la colonia son paralelos.

Observaciones. Sobre la base del sistema de espinas basales, esta forma es asignada tentativamente a *C. tricornis*. Trátase de un taxón cosmopolita, siendo frecuente en la base del Caradociano y en niveles correspondientes a la zona de *C. bicornis*.

Familia DICRANOGRAPTIDAE Lapworth, 1873

Género **Dicranograptus** Hall, 1865

Especie tipo. *Graptolithus ramosus*, Hall, 1847.

Dicranograptus aff. nicholsoni
nicholsoni Hopkinson, 1870
 Figuras 4.C, 4.D

- 1870 *Dicranograptus nicholsoni* Hopkinson; p. 357, lám. 16, fig. 3.
 1904 *Dicranograptus nicholsoni* Hopkinson; Elles y Wood, p. 171–173, figs. 108a–g, lám. 25, figs. 1a–h.
 1971 *Dicranograptus nicholsoni nicholsoni* Hopkinson; Strachan, p. 23.

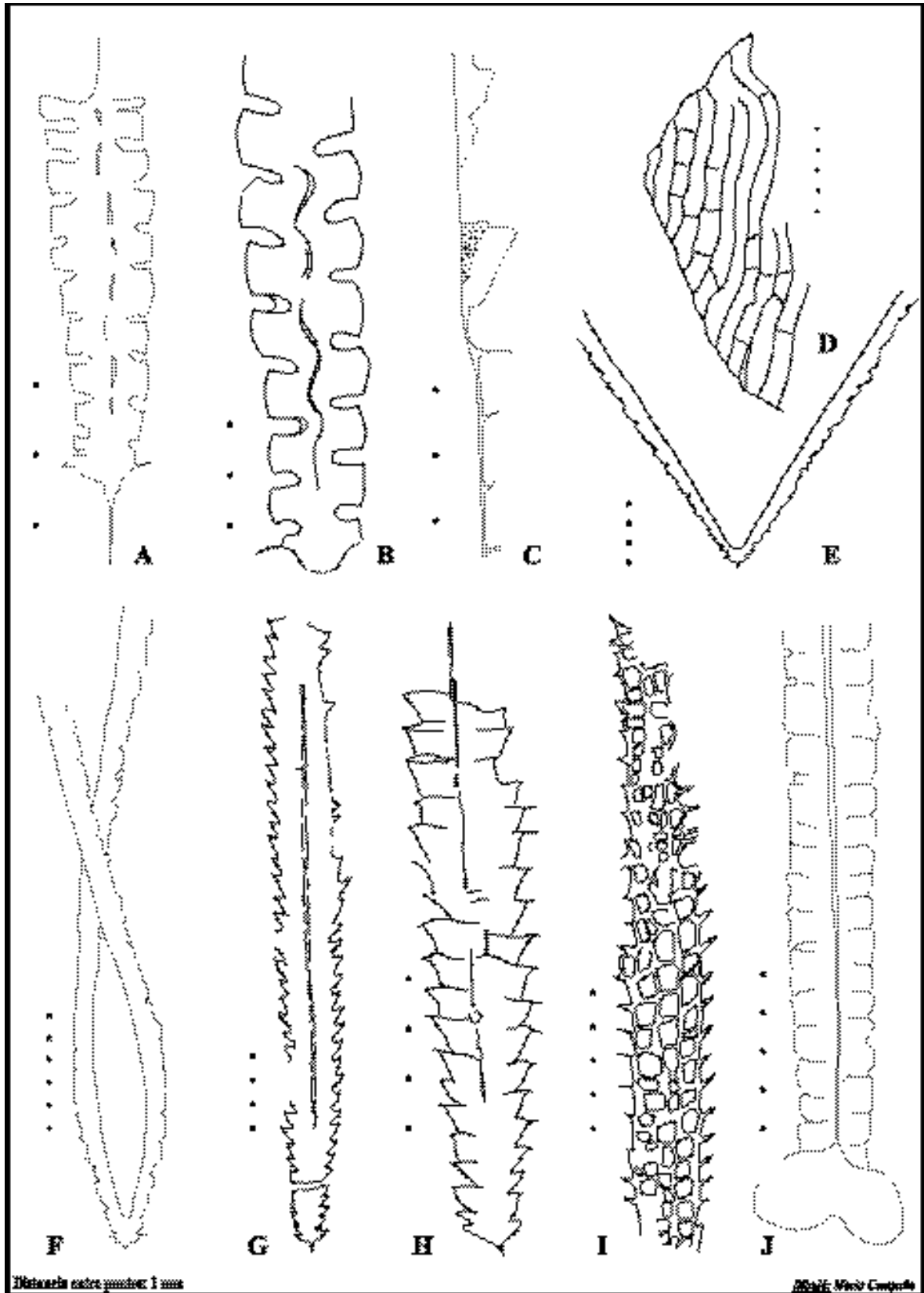


Figura 5. Graptofaunas autóctonas del miembro pelitas, psamitas y conglomerados de la Formación Las Vacas / *Auchtoctonous graptolites* of the shales, sandstones and conglomerates member of the Las Vacas Formation. **A–B,** *Pseudoclimacograptus* cf. *scharebergi* (Lapworth), MLP 29.277, 29.278; **C,** Gen. y sp. indet., MLP 29.259; **D,** cf. *Dictyonema* sp., MLP 29.258; **E,** *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood, MLP 29.264; **F,** *Dicellograptus* cf. *intortus* Lapworth, MLP 29.265; **G,H,** *Orthograptus* sp., MLP 29.275, 29.276; **I,** *Reteograptus geinitzianus* Hall, MLP 29.279; **J,** *Climacograptus* sp. MLP 29.267.

1995 *Dicranograptus nicholsoni nicholsoni* Hopkinson; Williams, p. 33–36, lám. 1 figs. 4,8, text-figs. 6 a–d.

1998 *Dicranograptus nicholsoni nicholsoni* Hopkinson; Cuerda y Cingolani, p. 434, lám. 2, figs. 12–14.

Material. Tres ejemplares en regular estado de preservación, dos de ellos figurados. MLP 29.262, 29.263.

Descripción. La forma muestra un segmento basal biseriado y dos ramas uniseriadas que se bifurcan con ángulo de 60°. El primero tiene un largo de 4,2 mm y consta de seis tecas por lado. El ancho en la base es de 1,2 mm aumentando gradualmente hasta 2,3 mm a nivel del axil. Las tecas presentan una marcada curvatura supragenicular y llevan, sin excepción, una espina mesial de hasta 0,5 mm de largo. El primer par de tecas presenta una base subcuadrada de cuya parte media se proyecta una virguela de 0,5 mm de largo. Las ramas uniseriadas son rectas o ligeramente curvadas en el segmento próximo al axil. El ancho de las mismas es de 0,1 mm excluyendo las espinas y la máxima longitud es de 13 mm. El espaciado tecal es de 10 en 10 mm.

Observaciones. Aunque se trata de taxones incompletos, cotejándolos con las descripciones vertidas por Elles y Wood (1904) y las de Williams (1995), las partes conservadas muestran afinidades con *D. nicholsoni nicholsoni* Hopkinson, a saber: largo de la rama biseriada, morfología de las tecas que la integran y espaciado tecal. Las ramas uniseriadas concuerdan también en la morfología de las tecas y número por centímetro de longitud.

Se trata de una forma cosmopolita cuyo biocrón comprende el lapso correspondiente al Caradociano inferior (Zonas *N. gracilis* – *D. clingani*) (Elles y Wood, 1904; Williams, 1995). En Argentina esta forma fue identificada por Turner (1960) en la Precordillera asignándola al Caradociano. En el Bloque de San Rafael se localiza en sedimentitas que yacen por arriba de estratos con *Climacograptus bicornis* (Hall) (Cuerda y Cingolani, 1998).

Género ***Dicellograptus*** Hopkinson, 1871

Especie tipo. *Didymograptus elegans* Carruthers, 1867.

Dicellograptus salopiensis Elles y Wood, 1904

Figura 5.E

1904. *Dicellograptus divaricatus* var. *salopiensis* Elles y Wood, p. 145, lám. 20, figs. 7 a–e, text-figs. 1, 2.

1971. *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood; Strachan p. 25.

1989. *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood; Hughes, p. 43–45, lám. f, figs. d,e, text-figs. 19 d, f.

1994. *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood; Brussa, lám. 44, figs. 4,6; lám. 45 figs. 1,3, text-figs.15–19.

1997. *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood; Brussa, 96–98, figs. 1c–1f, lám. l, figs. e–f, n

1998. *Dicellograptus salopiensis* Elles y Wood; Cuerda y Cingolani, p. 435–436, 5–8 y 14–16.

Material. Tres ejemplares incompletos, uno figurado. MLP 29.264.

Descripción. Rabdosomas constituídos por dos ramas reclinadas rotas en sus extremos, que divergen bajo ángulos que varían entre 31° y 47°. Los estipes son rectos en la parte basal de la colonia, pero a mayor distancia se curvan internamente. El largo máximo en estas ramas es 12 mm, siendo su ancho de 0,6 mm a nivel del segundo par de tecas, para aumentar de modo gradual hasta un máximo de 0,8 mm. La base del rabdosoma es subcuadrada. Las dos primeras tecas están provistas de espinas mesiales de hasta 1,0 mm de largo, aunque se ha observado en uno de los especímenes esbozos de las mismas hasta en el tercer par de tecas. Una corta virguela de hasta 3 mm de largo acompaña siempre la base del rabdosoma. En ninguno de los ejemplares se ha observado el ápice de la vírgula, generalmente ladeado hacia la T1² conforme lo señalaran Blasco y Ramos (1976), Hughes (1989) y Williams (1995). Las paredes ventrales de las tecas pueden ser ligeramente curvadas o bien rectas, siendo en este último caso paralelas al lado dorsal de la rama. Las aperturas tecales se localizan en cavidades que ocupan entre 1/2 a 1/3 el ancho de los estipes, pero el valor del traslapamiento no pudo ser determinado por supresión de los septos intertecales. El número de tecas es de 12 en 10 mm.

Observaciones. Los especímenes concuerdan con *D. salopiensis* según las descripciones de Elles y Wood (1904); Hughes (1989); Ortega (1987) y Brussa (1994, 1997) y Caballé *et al.* (1997). *Dicellograptus salopiensis* es un taxón frecuente en las secuencias caradocianas de la Precordillera y últimamente identificado en el Bloque de San Rafael (Cuerda y Cingolani, 1998). Elles y Wood (1904) lo menciona en la Zona de *N. gracilis* de Gran Bretaña y Williams (1995) señala que su biocrón comprende las Zonas de *N. gracilis* – *C. bicornis* en Terranova.

Dicellograptus* cf. *intortus Lapworth, 1880

Figura 5.F

1904 *Dicellograptus intortus* Lapworth; Elles y Wood, p. 146–147, fig. text, 90 a–b y 90 c–d, lám. 20, figs. 4 a–f.

1931 *Dicellograptus* sp. cf. *Dicellograptus intortus* Lapworth; Bulman, p. 46, lám. 4, fig. 9.

1947 *Dicellograptus intortus* Lapworth; Ruedemann, p. 383–384, lám. 64, figs. 1–3.

1952 *Dicellograptus intortus* Lapworth; Decker, p. 21, 31, 39, 43, 49, 52, 55, 57, 60, lám. 1 fig. 23, lám. 2, fig. 31.

Material. Tres ejemplares en regular estado de preservación, uno figurado. MLP 29.265.

Descripción. El rabdosoma consta de dos largas estipes de hasta 2,5 cm que divergen con ángulo de 20°. El ancho de los estipes en el origen es de 0,6 mm, aumentando rápidamente hasta 1,0 mm, valor que mantiene hacia el extremo distal. A partir de los 5 mm del axil las márgenes dorso–ventrales de las ramas muestran una suave curvatura convexa para disponerse paralelamente hasta los 6–7 mm a partir

del origen. A mayor distancia, ambas ramas convergen gradualmente hasta el cruce total que tiene lugar a una distancia de 1,7 cm por arriba del axil. La base de la colonia presenta el primer par de tecas provista de espinas aperturales y una corta virguela de 0,2–0,3 mm de largo. Hay incertidumbre respecto de la morfología tecal debido al mal estado de preservación, algunas presentan paredes ventrales rectas, inclinadas o levemente encorvadas con espinas mesiales. Las aperturas se abren en cavidades no muy profundas. El espaciado tecal es de 14 unidades por 10 mm, que distalmente se reducen a 8–9 por 10 mm.

Observaciones. Se han encontrado las siguientes afinidades con la forma descrita por Elles y Wood (1904): a, igual valor del ángulo axilar; b, igualdad en el ancho de los estipes; c, el cruce de los estipes guardan distancias similares respecto del axil; d, igual espaciado tecal. La morfología de las tecas en los especímenes locales no está bien definida y por tanto surgen dudas en su ajuste taxonómico. En Inglaterra este taxón fue indicado para el Caradociano (Elles Wood, 1904) asociado a *N. gracilis* (Hall). En Australia, según VandenBerg y Cooper (1992), su biocrón está limitado al Gisborniano (Caradociano), definido por las Zonas *C. bicornis* (Hall) y *N. gracilis* (Hall). Se lo menciona por vez primera en Argentina.

Familia DIPLOGRAPTIDAE Lapworth, 1873

Género *Climacograptus* Hall, 1865

Especie tipo. *Graptolithus bicornis* Hall, 1847.

Climacograptus bicornis (Hall, 1847)

Figura 4.N

1847. *Graptolithus bicornis* Hall, p. 268, lám.73, fig. 2.

1906. *Climacograptus bicornis* (Hall); Elles y Wood, p. 193–195. lám. 26, figs. 8 a–f.

1971. *Climacograptus bicornis bicornis* (Hall); Strachan, p. 32.

1974. *Climacograptus bicornis* (Hall); Riva, p. 16, text– figs 1a, b, lám. 1, figs. 1–3, 5–7.

1976. *Climacograptus bicornis bicornis* (Hall); Riva, p. 395–605, text–figs. 4 a–h, 5 a–m. 6 a–n, 7 a–e, 8 a–f.

1989. *Climacograptus bicornis* (Hall); Riva y Ketner, p. 78–80, text–figs. 3a–d, 4a–f, 6f–n.

1991. *Climacograptus* (*Climacograptus*) *bicornis bicornis* (Hall); Ortega y Brussa, p. 286, lám.1, figs. 7,9.

1998. *Climacograptus bicornis* (Hall); Cuerda y Cingolani, lám. 1, fig. 9.

Sinonimia abreviada. Para lista completa véase Williams (1995).

Material. Un ejemplar en precario estado de preservación. Roto en su extremo apical y una de las espinas basales. MLP 29.266.

Descripción. Rabdosoma pequeño de 14,5 mm de largo y márgenes ventrales subparalelas. El ancho en la base es de 1,7 mm aumentando gradualmente hasta 2,3 mm. Las paredes ventrales de las tecas son rectas y paralelas en el segmento proximal de la colonia hasta la T 9¹, observándose a mayor distancia inclinación de las mismas que se acentúa hacia el extremo distal.

Aperturas sólo observables en muy pocas tecas y se presentan como cavidades cóncavas y están contenidas de cuatro a seis veces en el ancho de la colonia. El espaciado tecal es de 11–12 unidades por cm. En la parte inferior se destacan dos cortas espinas basales (una rota) de 1,8 mm de largo, levemente encorvadas. Se observa un corta y robusta virguela. Paredes inter-tecales y septo mediano no se han conservado.

Observaciones. El ejemplar concuerda con la morfología del rabdosoma, concentración tecal y detalles de la parte basal según las descripciones de Elles y Wood (1906) y las más recientes de Riva (1974, 1976) y Riva y Ketner (1989). *Climacograptus bicornis* (Hall) es un taxón de interés bioestratigráfico al caracterizar los niveles inferiores de las secuencias caradocianas. La presencia del taxón ha sido registrada en la Precordillera (Turner, 1960; Ortega y Brussa 1991; Caballé *et al.*, 1993, 1997) y Bloque de San Rafael de Mendoza (Cuerda y Cingolani, 1998).

Climacograptus sp.

Figura 5.J

Material. Un ejemplar en regular estado de preservación, roto en su extremo distal. MLP 29.267.

Descripción. Rabdosoma pequeño, de 14,5 mm de largo y paredes ventrales subparalelas. El ancho en la base es de 1,7 mm aumentando gradualmente hasta 2,3 mm. Paredes ventrales rectas o ligeramente curvadas. Las aperturas sólo se observan en muy pocas tecas, se muestran como cavidades cóncavas y están contenidas de cuatro a seis veces en el ancho de la colonia. Las suturas tecales son rectas y subhorizontales. El espaciado tecal es de 11–12 unidades por centímetro. Un rasgo característico es la presencia de un saco de contorno elipsoidal con un ancho de 3,8 mm y altura de 2,5 mm. En su base se observa una pronunciada escotadura de 0,6 mm de profundidad que divide al saco en dos lóbulos. Del margen superior del saco, y en correspondencia con la escotadura basal, se proyecta hacia arriba un apéndice acuminado que se continúa en el canal central en todo el largo de la colonia. El saco cubre las tecas de la base y por tanto la morfología tecal correspondiente.

Observaciones. La presencia del saco en la base del ejemplar es un rasgo que comparte con *C. wilsoni* Lapworth, su diseño muestra similitud con la forma figurada por Williams (1994, fig. 5, E). Sin embargo la diferencia entre nuestro ejemplar y la forma británica radica en el ancho menor de la base en esta última, que oscila entre 1,0 mm (Elles y Wood, 1906) y 1,0–1,2 mm (Williams, 1994). Por tanto esta forma se ubica a nivel genérico.

Género *Diplograptus* McCoy, 1850

Especie tipo. *Prionotus pristis* Hisinger, 1837.

Diplograptus sp.

Figuras 4.L–M

Material. Dos ejemplares, uno completo, conservado como película carbonosa. MLP 29.268, 29.269.

Descripción. El ejemplar completo (29.269) presenta un largo de 20,8 mm. El ancho en la base, excluidas las espinas, es de 1,1 mm aumentando gradualmente hasta un máximo de 2,5 mm, que disminuye hacia el extremo distal a 1,8 mm. La base es subredondeada destacándose la apertura sicular con un ancho de 0,5 mm limitada por una corta virguela y espina. El ápice de la sícula se ha estimado que llega a nivel de la T²¹, por lo que su largo sería de 1,5 mm. El primer par de tecas está provista de espinas cortas, una de ellas rota en su base. Marcado dimorfismo tecal; hasta el nivel correspondiente a la T⁷ se encuentran tecas de tipo climacograptido, en las que se destaca un marcado “*geniculum*” que limita un sector inferior (infragenicular) de otro superior, (supragenicular). El primero es cóncavo con una profundidad de 0,5 mm y está contenido tres veces en el ancho de esta parte del rabdosoma. El segundo es recto e inclinado. Desde la T⁸ y hacia al extremo distal las tecas presentan curvatura sigmoidal. El espaciado tecal es de 10 a 12 en 10 mm en la parte inferior de la colonia, disminuye a 9 distalmente.

Observaciones. Los taxones vinculados al género *Diplograptus* tienen en nuestro medio escasa representación y por tanto las citas son escasas. Turner (1960) describió *Diplograptus* cf. *D. leptotheca* Bulman proveniente de los afloramientos caradocianos de la Formación Empozada (Mendoza). Cotejando nuestro ejemplar con la forma descrita por Bulman (1945 in: Bulman 1945–47) se han determinado las siguientes diferencias: 1– menor longitud y mayor ancho del rabdosoma en nuestra forma y 2– marcadas diferencias en el espaciado tecal. Nuestro ejemplar presenta afinidades con *D. multidentis* Elles y Wood en la apariencia general del rabdosoma de contorno subfusiforme y características del extremo basal. Difiere en la mayor dimensión de la forma británica (5 mm), mayor ancho en su parte media, así como en el número de tecas.

Otras formas del género *Diplograptus* de dimensiones similares o próximas al taxón de la Precordillera han sido indicadas por Ruedemann (1947) y Berry (1960). El primero describe *D. multidentis minutus*, de 11 mm de largo y concentración tecal menor a nuestro ejemplar; el segundo define un nuevo taxón como *D. minutus* de 10 a 14 mm de largo y 10 a 12 tecas por 10 milímetros, pero no indica detalles de la base. Las diferencias con las formas mencionadas, nos llevan a ubicar a este taxón como una forma indeterminada.

Género **Amplexograptus** Elles y Wood, 1907

AMEGHINIANA 41 (1), 2004

Especie tipo. *Diplograptus perexcavatus* Lapworth, 1876.

Amplexograptus cf. **molestus** Thorslund, 1948

Figura 4.K

- ? 1882. *Climacograptus rugosus* Tullberg, p. 19, nota al pie 1.
 1915b. *Climacograptus rugosus* Hadding, p. 19–20, lám. 1, figs. 13–18.
 1946–1948. *Amplexograptus molestus* Thorslund, p. 369–370, lám. 21, figs. 2, 3 a–b.
 ? 1946. *Diplograptus* cf. *rugosus* Bulman, p. 50–51, lám. 6, fig. 8–10.
 1963. *Diplograptus?* *molestus* Thorslund; Jaanusson y Skoglund, p. 343–346, figs. 1 a,b.
 1995. *Amplexograptus molestus* Thorslund; Williams, p. 57–59, figs. 11 N–P, lám. 2, fig. 10.

Material. Tres ejemplares distalmente rotos, uno de ellos figurado. MLP 29.270.

Descripción. El fragmento mayor tiene un largo de 14 mm. La base es subcuadrada y el primer par de tecas está provisto de espinas horizontales de 0,8 mm de largo. Se observa una corta virguela de 0,1 mm de largo. El ancho en la base a nivel de primer par de tecas es de 0,8 mm aumentando gradualmente hasta un máximo de 1,5 mm. Estructura tecal bien marcada, caracterizadas por dos tramos: uno supragenicular levemente inclinado hasta el par T⁵ – 6; el segundo tramo, infragenicular, es igualmente inclinado limitando cavidades aperturales que ocupan 1/3 – 1/4 el ancho de la colonia. Los septos intertecales sólo son visibles en algunos de los ejemplares, regularmente inclinados y forman ángulos de 20–30° respecto del eje central. La densidad tecal es de 16–18 en 10 mm.

Observaciones. Los especímenes concuerdan con algunos de los parámetros vertidos por Thorslund (1948) y Williams (1995) según se indica seguidamente: a) valores próximos en el ancho del rabdosoma; b) espinas subaperturales o mesiales en el primer par de tecas; c) frecuencia tecal, más próxima con el ejemplar de Thorslund; d) cavidades infrageniculares con similares relaciones con la forma descrita por Williams (1995) entre profundidad – ancho del rabdosoma (1/3–1/4) y el número de veces contenidas en las márgenes ventrales (1/2). Una diferencia se ha registrado en la virguela, mientras que este último autor señala una virguela robusta, se observa que tanto en la forma descrita por Thorslund (1946–1948) como en nuestro ejemplar, es pequeña.

Respecto de la ubicación bioestratigráfica de este taxón, tanto en Escandinavia como en América del Norte (Terranova) se lo ubica en el Caradociano, Zona de *D. clingani* (Williams, 1995).

Amplexograptus cf. **arctus** Elles y

Wood, 1907

Figuras 4.G–J

1907. *Diplograptus* (*Amplexograptus*) *arctus* Elles y Wood. 61, lám. 6, p. 271–272, fig.–text. 187 (a, d), lám 31, fig. 16 (a, d).

1963. *Amplexograptus arctus* Elles y Wood; Ross y Berry, p. 1134, lám. 10, fig. 11, 12, 18.

Material. Diecisiete ejemplares, en buen estado de conservación y preservados como película carbonosa. MLP 29.271 a 29.274.

Descripción. Longitud variable, que oscila entre 10,0 y 17,0 mm, este último valor en ejemplares rotos distalmente. El ancho a nivel del primer par de tecas es de 0,8–1,0 mm, incrementando gradualmente hasta un máximo que varía entre 1,0 y 1,8 mm. El primer par de tecas son asimétricas y llevan una espina mesial de 0,2 mm de largo. La base termina en punta en forma de embudo, que se continúa hacia abajo en un virguela de 0,5 mm de largo. Las tecas son de tipo amplexograptido y su cavidad equivale a 1/3 del ancho del raddosoma. La densidad de tecas en el segmento proximal es de 16–15 por cm que se reducen a 14–12 distalmente.

Observaciones. Tentativamente hemos referido este taxón a *A. arctus* Elles y Wood sobre la base de la morfología de las tecas iniciales (T 1¹ – T 1²) de contorno infundibuliforme, concentración tecal; difiere en el ancho del raddosoma, ligeramente inferior en nuestros ejemplares y en la larga virguela y membrana en la parte proximal de la misma que caracteriza a este taxón. Se ha observado que en los dos niveles fosilíferos, la forma dominante es este taxón, que confirmaría el hábito gregario del mismo según lo señalaran Elles y Wood (1907).

Género ***Orthograptus*** Lapworth, 1873

Especie tipo. *Graptolithus quadrimucronatus* J. Hall, 1865.

***Orthograptus* sp.**
Figuras 5.G, H

Material. Dos ejemplares, uno completo en regular estado de conservación. MLP 29.275, 29.276.

Descripción. En la presente descripción se han adoptado algunos de los parámetros recomendados por Goldman (1995) para el estudio de este género.

Ejemplar pequeño y completo, con un largo de 11,5 mm. El ancho, a nivel del primer par de tecas es de 1,1 mm, aumentando gradualmente a 2,0 mm hasta el extremo distal. La extremidad proximal es aguda y se continúa en una corta virguela de 0,1 mm. Las tecas son de tipo ortograptido con diseño característico subrectangular, las aperturas muestran tendencia a ser rectas y la distancia interapertural varía entre 1,8 y 1,2 mm. Alturas T 1¹ = 0,3 – T 1² = 0,5/0,7 mm. En algunas de las tecas se han conservado espinas aperturales horizontales de hasta 0,3 mm de largo. Las paredes ventrales son rectas o ligeramente sigmoidales y forman con el eje de la colonia ángulos

que varían entre 25 y 32°, valores que aumentan gradualmente en dirección a la base hasta un máximo de 40°. El raddosoma está surcado por un septo mediano que se continúa exteriormente en una corta virguela de 1,2 mm de largo. El número de tecas en los segmentos proximal y distal es de 17–18 en 10 mm, respectivamente.

Observaciones. El espécimen se ajusta a la morfología básica indicada por Goldman (1995) para *Orthograptus quadrimucronatus* (Hall) (figura 5.H) en los siguientes caracteres: a) espinas aperturales regularmente cortas; b) raddosoma surcado por un cordón longitudinal; c) márgenes ventrales relativamente paralelos y d) extremo proximal ligeramente más estrecho pero difiere en las características de la base y por tanto se considera prudente ubicar al ejemplar a nivel genérico.

Género ***Pseudoclimacograptus*** Pribyl, 1947

Especie tipo. *Climacograptus scharenbergi* Lapworth, 1876.

Pseudoclimacograptus* cf. *scharenbergi
(Lapworth, 1876)
Figuras 5.A, B

1876. *Climacograptus scharenbergi* Lapworth, lám. 2, fig. 55.

Material. Cuatro ejemplares, dos completos regularmente conservados. MLP 27.277, 29.278.

Descripción. Raddosoma pequeño de 4,8 mm de longitud. El ancho en la base, excluidas las espinas del primer par de tecas, es de 0,6 mm, aumentando a 0,9 mm en el extremo distal. La base es subredondeada proyectándose en una corta virguela. Tecas de tipo climacograptido, con paredes supragenicales convexas y alternantes. Excavaciones profundas que ocupan 1/3 el ancho del raddosoma y están contenidas entre 2/3 a 1/2 en el borde ventral de las tecas. Septos intertecales no conservados. Se observa un septo central característicamente ondulado e interrumpido por trechos que distalmente se continúan en una corta virguela.

Observaciones. Tentativamente se ha referido este taxón a *P. scharenbergi* (Lapworth) sobre la base del tamaño pequeño del raddosoma y la convexidad de la paredes supragenicales. El septo central, que en *P. scharenbergi* (Lapworth) se caracteriza por su diseño en zig-zag, está reemplazado en el taxón estudiado por un septo mediano regularmente ondulado e interrumpido por trechos.

Este taxón posee un amplio rango estratigráfico (Llanvirniano – Caradociano). En Argentina, su presencia fue indicada por Ortega (1987) y Brussa (1994) en la zona de *N. gracilis*.

Género ***Reteograptus*** Hall, 1859

Especie tipo. *Reteograptus geinitzianus* Hall, 1859.

***Reteograptus geinitzianus* Hall, 1859**

Figura 5.I

- 1859 *Reteograptus geinitzianus* Hall, p. 518.
 1908 *Retiograptus geinitzianus* Hall; Hall, p. 316–317, figs. 209 a–c, lám. 34, figs. 7 a–d.
 1908 *Retiograptus geinitzianus* Hall; Ruedeman, p. 463–467, figs. 444–448, lám. 29, figs. 5–6, lám. 31, figs. 9–17.
 1947 *Retiograptus geinitzianus* Hall; Ruedeman, p. 459–460, lám. 80, figs. 11–26.
 1963 *Retiograptus geinitzianus* Hall; Ross y Berry, p. 158, lám. 12, figs. 20–23.
 1980 *Reteograptus geinitzianus* Hall; Finney, p. 1202–1206, figs. 11 D, 12 A–C, 13 A–F, lám. 2, figs. 1–4.
 1987 *Reteograptus geinitzianus* Hall; Ortega, p. 128–130, figs. 17–18, lám. 31, fig. 3.

Material. Un ejemplar incompleto. MLP 29.279.

Descripción. Sólo preservado un segmento correspondiente a las partes centrales de la clatria. Peridermo ausente. El fragmento tiene un largo de 20 mm. El ancho en la parte inferior, excluidas las espinas es de 1,8 mm que aumenta rápidamente a 2,0 mm. Se reconoce un sistema de cuatro listas o barras ventrales intersectadas normalmente por listas aperturales. La intesección de ambos sistemas genera un reticulado que, geoméricamente, tiende a ser rectangular. Dispersas de modo aleatorio en todo el espacio cubierto por la red, se observan pequeñas figuras geométricas de variado diseño (rectángulos, hexágonos, pentágonos). Las márgenes ventrales están provistas de cortas espinas de hasta 0,5 mm de largo que en algunas terminan en cortos filamentos. El número de tecas es de 13 en 10 mm.

Observaciones. El taxón concuerda con *Reteograptus geinitzianus* (Hall) en los siguientes caracteres: estructura interna de la clatria y número de tecas. El ejemplar es similar a la forma figurada por Ruedemann, 1908 (lám. 31, fig. 13).

El rango bioestratigráfico de este taxón quedaría limitado a las Zonas de *Nemagraptus gracilis* – *Climacograptus bicornis* (Ross y Berry, 1963). En Australia, el taxón está confinado a la Zona de *N. gracilis* (Lenz y Chen, 1985).

Género ***Neurograptus*** Elles y Wood, 1908

Especie tipo. *Lasiograptus margaritatus* Lapworth, 1876.

***Neurograptus* cf. *margaritatus* (Lapworth, 1876)**

Figura 4.O

- 1876 *Lasiograptus margaritatus* Lapworth, lám. ii, fig. 60.
 1908 *Lasiograptus (Neurograptus) margaritatus* (Lapworth); Elles y Wood, p. 332–333, lám. 34, figs. 6 a–e, text-figs. 219 a, b.
 1955 *Neurograptus* cf. *N. margaritatus* (Lapworth); Clark y Strachan, fig. 3c.
 1960 *Lasiograptus (Neurograptus) margaritatus* (Lapworth); Thomas, p. 31, lám. 10, fig. 145.
 1971 *Neurograptus margaritatus* (Lapworth); Strachan, p. 46.
 1982 *Neurograptus margaritatus* (Lapworth); Williams, p. 252–253, figs. 15 a–f.

1983 *Neurograptus margaritatus* (Lapworth); Williams y Bruton, p. 185–189, figs. 24 A–I y 25 A–C.

1999 *Neurograptus* cf. *N. margaritatus* (Lapworth); Cuerda et al., p. 51–54, fig. 2, fig. 3 A – O.

Material. Un ejemplar roto en el extremo distal, regularmente preservado. MLP 29.280.

Descripción. El fragmento conservado tiene un largo de 9,0 mm con un ancho a nivel del primer par de tecas de 1,2 mm que aumenta rápidamente a 2,0 mm. a nivel de la T 7², lacinia excluida. La base es subcuadrada de la que se desprende una virguela, rota en su extremo, de 0,1 mm de largo. Tecas de diseño sigmoidal terminado en punta, de cuyo ápice se desprende un filamento de hasta 0,6 mm de longitud que, a su vez, se escinde en dos ramas que se dirigen hacia los dos extremos de la colonia. La fusión de los terminales de dos tecas consecutivas da lugar a la formación de un largo cordón ventral. En el ejemplar sólo se han conservado fragmentos de los mismos. Septos intertecales no conservados. Densidad tecal es de 14 en 10 mm.

Observaciones. Tentativamente se ha referido este taxón a *Neurograptus margaritatus* (Lapworth) sobre la base del tipo de tecas, fragmentos de los cordones ventrales, ancho del rhabdosoma y similar concentración tecal. No se ha preservado el sistema de barras (ventrales, dorsales y aperturales) que caracterizan la estructura interna de las tecas.

Neurograptus margaritatus (Lapworth) no es una forma común en el Caradociano temprano, caracterizando a la Zona de *D. clingani* en el hemisferio septentrional (Elles y Wood, 1908; Riva, 1969 y Carter y Churkin, 1977). En Australia el rango bioestratigráfico está limitado al Gisborniano 2, en niveles que corresponderían a la Zona de *C. bicornis*. En Argentina, *Neurograptus* cf. *margaritatus* fue localizado en la sierra de la Invernada, asociado a *C. bicornis bicornis* (Caballé et al., 1997; Cuerda et al., 1999).

Género ***Hallograptus*** Lapworth, 1877

Especie tipo. *Diplograptus bimucronatus* Nicholson, 1869.

***Hallograptus* aff. *bimucronatus* (Nicholson, 1869)**

Figura 4.F

- 1869 *Diplograptus bimucronatus* Nicholson, p. 236, lám. 11, fig. 12.
 1908 *Lasiograptus (Hallograptus) mucronatus* var. *bimucronatus* Elles y Wood, p. 323–324, figs. 212 a,b, lám. 80, figs. 8 a–e.
 1947 *Lasiograptus (Hallograptus) bimucronatus* Ruedemann, p. 462–463, lám. 80, fig. 51, figs. 11–28.
 1960 *Hallograptus bimucronatus* (Nicholson); Berry, p. 94–95, lám. 12, figs.
 1971 *Hallograptus bimucronatus* (Nicholson); Strachan, p. 45.

Material. Un espécimen bien conservado, roto en el extremo distal. MLP 29.281.

Descripción. El largo del rhabdosoma es de 20 mm. La

base es subcuadrada y de su parte media se desprende una corta virguela de 0,1 m de largo. El ancho en la base a nivel del primer par de tecas es de 1,1 mm, aumentando de modo gradual a 2,8 mm y alcanza los 3,0 mm en el extremo distal. Tecas mucronatas, que se continúan en espinas geniculares de hasta 1,0 mm o algo más de largo. Se observa que algunos de los extremos terminales de las espinas se escinden en otros de menor longitud (0,2–0,3 mm). Septos intertecales preservados por trechos, siendo de 1/2 el traslape. El espaciado tecal es de 8 en 5 mm en el segmento proximal, que disminuye a 6 tecas en 5 mm distalmente. No se ha conservado el septo medio central.

Observaciones. El taxón concuerda con *H. bimucronatus* (Nicholson) según las descripciones de Elles y Wood (1908) y Berry (1960) en el ancho del rhabdosoma, morfología de las tecas y número de las mismas por unidad de longitud. Este taxón se localiza según Elles y Wood (1908) en niveles con *N. gracilis* (Hall), correspondiéndole similar registro en Marathon, Texas (Berry, 1960).

Consideraciones bioestratigráficas y paleoambientales

La edad de la sucesión ha sido determinada dentro del Ordovícico superior (Caradociano inferior), ratificándose lo oportunamente adelantado por Astini y Brussa (1996).

Las graptofaunas reconocidas en la base de la Formación Las Vacas, al igual que en todos sus niveles, no son abundantes, pero los taxones identificados definen la ubicación cronológica de la unidad. La presencia de *N. gracilis* en la base de la Formación (Miembro pelitas, psamitas y conglomerados), señala el inicio del tiempo caradociano, definido por la zona homónima. Otros taxones de interés bioestratigráfico son *D. salopiensis* Elles y Wood y *D. intortus* Lapworth esta última común en la Zona de *N. gracilis* en las secuencias británicas (Elles y Wood, 1901–1918). Los mencionados taxones son ubicados dentro del piso Gisbornian de las secuencias australianas (VandenBerg y Cooper, 1992). En cuanto a los dos miembros superiores (lutita Las Plantas–conglomerados estratificados), su ubicación cabe dentro de las Zonas de *N. gracilis*–*C. bicornis*. En los niveles inferiores del Miembro lutita Las Plantas, *N. gracilis* es una forma dominante, asociada a *Dicranograptus nicholsoni nicholsoni* Hopkinson y restos del trilobite *Guandacolitus furquei* Harrington y Leanza. Hacia el techo de la unidad (Miembro de conglomerados estratificados) se observa la asociación *C. bicornis bicornis*–*N. margaritatus*. Ha de señalarse que en las secuencias australianas se torna muy abundante *C. bicornis* en la parte superior del Piso Gisbornian, niveles en

los que irrumpe *N. margaritatus* (Lapworth), taxón este último que pasa al Piso Eastonian y marca la extinción de *N. gracilis* (Hall) en las secuencias australianas (Finney y Bergström, 1986).

Con referencia a los aspectos paleoambientales, si bien no se realizó un estudio sedimentológico detallado de la Formación Las Vacas, cabe mencionar primeramente la presencia de diamictitas que involucran fragmentos de origen intra y extracuenal. Dentro de los primeros se destacan los bloques y olistolitos removidos de las unidades infrayacentes (Formación Gualcamayo y calizas cambro–ordovícicas), alojados especialmente en el Miembro conglomerados macizos y olistostromas. El aporte extracuenal está representado por rodados redepositados de cuarzo, granitoides y gneises provenientes de la erosión del Complejo Valle Fértil (Precámbrico). La génesis de los depósitos puede interpretarse como un sistema de cañones y abanicos submarinos, en los cuales la granulometría de las litofacies decrece, en general, distalmente hacia el oeste. La dirección de las paleocorrientes predominantes hacia el oeste–noroeste fue señalada por Astini (1999). La *mélange* sedimentaria que contiene los bloques mayores correspondería a las facies de cañón y abanico proximal, en tanto que los depósitos más finos – o al menos parte de ellos – representarían facies de abanico medio a distal. A estas últimas estarían vinculados intervalos turbidíticos y de pelitas suspensivas presentes en la sucesión. Las pronunciadas pendientes y los desniveles necesarios para generar los deslizamientos de olistolitos y flujos de detritos de alta energía, se asocian a condiciones de movilidad tectónica en la cuenca producto de la Fase Guandacólica.

Evolución de la cuenca durante la Fase Guandacólica

Esta fase diastrófica controló el ritmo de la sedimentación durante el Ordovícico Medio–Superior (Arenigiano superior – Caradociano inferior), determinando los diferentes tipos litofaciales y las relaciones discordantes entre diferentes unidades de la secuencia. A través de fallamiento de bloques afectó al basamento de las Sierras Pampeanas Occidentales y cobertura sedimentaria (Formaciones San Juan y Gualcamayo).

El carácter distensivo de este evento diastrófico ya fue sugerido por Borrello (1969), para explicar el origen de los olistolitos en las secuencias ordovícico–silúricas de la Precordillera, y por Furque (1972a, 1972b) para la interpretación del Conglomerado Las Vacas.

Asimismo, Furque y Cuerda (1982), Bordonaro *et al.* (1993), Astini (1994), Keller (1995) y von Gosen *et*

al. (1995) relacionan los depósitos en cuestión con episodios tectónicos distensivos. Astini *et al.* (1995, 1996) y Astini (1999) asocian la deformación guandacólica a la tectónica extensional vinculada con la colisión de la Precordillera con Gondwana.

En el presente trabajo, el examen de las facies sedimentarias emergentes y el análisis minucioso de las graptofaunas contenidas en ellas, han permitido interpretar a la Fase Guandacólica como un evento tectónico mayor, dentro del cual se pueden reconocer tres subfases: Inicial, Principal y Final, que pasamos a describir.

1. *Subfase inicial.* Marca el comienzo de los movimientos, mediante la fracturación de la plataforma carbonática y el descenso paulatino que dio lugar a la habilitación del relleno siliciclástico (Formación Gualcamayo). La depresión resultante fue identificada por Keller (1999) como subcuenca de Guandacol. Un esbozo de la misma y su relación con los depósitos ordovícicos fue anticipado por Cuerda y Furque (1975). La subsidencia y el relleno progresivo de la depresión se iniciaron en el Arenigiano tardío (Zonas de *Isograptus victoriae maximus* – *Oncograptus*), continuándose sin interrupción hasta el Llanvirniano Temprano (Zona de *Paraglossograptus tentaculatus*). Estos taxones caracterizan a la Formación Gualcamayo dentro de la escala bioestratigráfica reconocida por Ortega *et al.* (1993). La Zona de *H. teretiusculus* no ha sido identificada en la sucesión examinada, ausencia que se atribuye al haber sido eliminada por el hiatus vinculado con la Subfase Principal de la Fase Guandacólica.

Según Keller (1999), una incipiente fracturación en bloques de la Precordillera combinada con la elevación del nivel del mar, llevó a la sumersión y ahogamiento de la sedimentación carbonática en la plataforma y provocó el inicio de la sedimentación pelítica al comienzo del Ordovícico medio. La culminación del ciclo deposicional (Baldis y Beresi, 1981) o zona de transición (Baldis *et al.*, 1984) se habría producido, según el examen de trilobites y braquiópodos, en el Arenigiano Medio – Superior (Benedetto *et al.*, 1986) o Arenigiano – Llanvirniano (Baldis y González, 1986). Estas edades son concordantes con las determinadas por Ortega *et al.* (1993) sobre la base de las graptofaunas de la Formación Gualcamayo (Arenigiano Tardío – Llanvirniano Temprano), cuyo miembro inferior se correlaciona con la citada zona de transición.

La magnitud del hundimiento en el período correspondiente a esta subfase es acorde al espesor de la citada unidad. Si bien su potencia máxima es dudosa, ya que su tramo superior suele estar arrasado por erosión o complicado por la tectónica andina, los valores registrados superan los 200 metros. En la sección de la quebrada Las Plantas se determinaron 240

metros (Astini, 1999), mientras que en el abra de los Celestinos fueron medidos 215 metros sin base expuesta (valor mínimo) (Cuerda *et al.*, 1994, 1997).

La extensión de la subcuenca Guandacol hacia el sur queda limitada prácticamente a la latitud del río Gualcamayo. A partir de este sector comienza a registrarse una drástica disminución del espesor de la columna pelítico-psamítica, conforme a los siguientes valores: portezuelo de Yanso 6–8 metros dudosos por plegamiento; La Chilca 4,22 metros (Cuerda, 1986); cerro Viejo 7–10 metros (Formación Los Azules, Miembro Lutitas Arcillosas, Ortega, 1987). La equivalencia cronológica de estas sucesiones con la Formación Gualcamayo queda confirmada por las graptofaunas reconocidas por Cuerda (1986) y Ortega (1987). El hecho de que la secuencia se encuentre condensada en dichas localidades se atribuye a su depositación sobre un umbral tectónico que limita la subcuenca hacia el sur. La sedimentación pelítico-psamítica de la Formación Gualcamayo fue interrumpida por la actuación de los movimientos de ascenso de la subfase principal de la Fase Guandacólica que arrasó con los términos cuspidales de esta unidad e incluso los eventuales niveles con *H. teretiusculus*. El tiempo insumido por la litificación de la columna sedimentaria y el ascenso de la plataforma, demandó el lapso comprendido entre las Zonas de *P. tentaculatus* (Llanvirniano Inferior) y *N. gracilis* (Caradociano Inferior), toda vez que sedimentitas de la Formación Las Vacas portadoras del último de los citados taxones sobreyacen a la Formación Gualcamayo. Si bien podría suponerse una continuidad de la sedimentación durante el resto del Llanvirniano y su posterior erosión, otra posibilidad es interpretar el hiatus como debido a no depositación, ya que no fueron localizadas faunas de esa edad en ninguna de las unidades sobrepuestas.

Debe aclararse que esta falta de registro sedimentario, a veces llamada discontinuidad guandacólica, ha sido atribuida tanto a causas tectónicas como a cambios relativos del nivel del mar. En tal sentido, Benedetto *et al.* (1991), Peralta (1993, 1994) y Heredia y Beresi (1995) la atribuyen a un descenso eustático, mientras que entre quienes le asignan un origen tectónico se encuentran Astini (1992) y Astini *et al.* (1995). En el presente trabajo no se descarta un descenso relativo del nivel del mar, pero éste se interpreta como producto del diastrofismo imperante durante el Llanvirniano superior. De forma similar, una estrecha relación entre movimientos eustáticos y tectónicos fue sugerida por Milana (1992) y sostenida últimamente por Bordonaro (1999).

2. *Subfase principal.* Comienza con la reinstalación del proceso de hundimiento de la subcuenca Guandacol. Con la plataforma carbonático – siliciclástica en descenso, se habilita el depósito de sedi-

mentos de edad caradociana (Formación Las Vacas). Las evidencias sedimentológicas sugieren la iniciación de este evento mediante una progresiva subsidencia, la cual dió origen a la depositación del Miembro pelitas, psamitas y conglomerados. Niveles pelíticos y arenosos interdigitados con bancos de conglomerados, permiten inferir un aumento en la energía del medio de transporte vinculado a una progresiva reactivación tectónica en el dominio de la plataforma. La edad de este evento es caradociana inferior, conforme la presencia de taxones correspondientes a la Zona de *Nemagraptus gracilis* en el referido miembro, si bien Astini (1999) señala la presencia de *Climacograptus bicornis* (Hall) en el “intervalo basal arenoso”, que hemos correlacionado con el Miembro pelitas, psamitas y conglomerados. El Piso Gisbornian está caracterizado por la presencia de *N. gracilis* (Hall), *Dicellograptus sextans* Elles y Wood, *D. salopiensis* Elles y Wood y *D. intortus* Lapworth y especialmente *C. bicornis bicornis* Hall, el cual se torna muy abundante hacia la parte superior del piso, para las secuencias australianas (VanderBerg y Cooper, 1992). Según Finney y Bergström (1986), *N. gracilis* constituye el taxón más comúnmente usado para reconocer la zona homónima. Si bien en Gales y Australia *D. intortus* y *D. salopiensis* aparecen debajo de la primera aparición de *N. gracilis*, en la Formación Las Vacas aparecen en el mismo nivel. *D. nicholsoni nicholsoni* es característico de la Zona de *N. gracilis*, donde *C. bicornis bicornis* aparece también como una especie conspicua de esta Zona. En Norte América, Berry (1960) emplea la primera aparición de *C. bicornis bicornis* para ubicar el límite superior de la Zona de *N. gracilis*.

Una marcada activación diastrófica dió lugar a la generación del Miembro conglomerados macizos y olistostromas, cuyos enormes bloques exóticos ponen en evidencia un gran aumento en la energía del transporte en épocas caradocianas. Ha de admitirse una fuerte escarpa entre el bloque alto de la estructura, localizado en el este, y el fondo de la fosa en trancé de hundimiento, para producir el denso flujo submarino que dió origen a los depósitos en cuestión. Las fuertes pendientes hacia el fondo del graben lograron movilizar bloques y olistolitos del sustrato calcáreo – siliciclástico ya litificado (Formaciones San Juan y Gualcamayo), además de transportar fragmentos desde el antepaís oriental donde eran expuestas rocas del Complejo Valle Fértil.

El arrasamiento erosivo resultante es responsable de la discordancia basal del Miembro conglomerados macizos y olistostromas, que hace que éste se asiente alternativamente sobre el Miembro inferior de la Formación Las Vacas, sobre la Formación Gualcamayo o sobre la Caliza San Juan.

Hacia el sur, fuera del área tectónicamente más activa de la cuenca, los depósitos psefíticos son reemplazados por sucesiones sincrónicas más finas. Tal es el caso de aquéllas que rematan la Formación Los Azules, cuya edad caradociana fue dada a conocer por Sánchez *et al.* (1988).

3. *Subfase final.* Manifiesta una sensible disminución en la intensidad de los movimientos posterior al climax de la subfase principal. Esto queda en evidencia en las tectofacies correspondientes a los Miembros lutitas Las Plantas y conglomerados estratificados. Del examen litofacial se infiere que la tectónica fue de carácter pulsatorio, con una reiteración de eventos correspondientes a momentos de calma tectónica interrumpidos por cortos períodos de reactivación. La expresión lítica de ambos momentos está representada por intervalos psamo–pelíticos, predominantes en el miembro lutitas Las Plantas, y conglomerados, más abundantes en la unidad cuspidal. Las condiciones ambientales en momentos de baja energía (calma tectónica) determinaron una rápida colonización de graptofaunas caradocianas.

Como fuera dicho en la descripción del Miembro lutitas Las Plantas, de acuerdo a las observaciones de los autores, similares a las indicadas por Astini (1999), el pasaje entre éste y el miembro subyacente es concordante y transicional. Sin embargo (Keller, 1999), basado en comunicación personal de W. v. Gosen, señala discordancias con valores angulares de hasta 30° atribuidas a rotación de bloques, hecho que pondría en evidencia suaves basculamientos durante la deformación. La rotación de bloques también fue sostenida por Astini (1999) para explicar la discordancia angular que señala entra las Formaciones Las Vacas y Trapiche.

Cabe destacar, finalmente, la corta duración de los procesos tectónicos involucrados en la fase guandacólica. En particular su evento principal, responsable de la mayor movilidad tectónica en la cuenca, y el final, que evidencia su estabilización progresiva, se concentran en el Caradociano inferior durante el desarrollo de sólo dos zonas bioestratigráficas (*N. gracilis* – *C. bicornis*).

Conclusiones

De acuerdo a los estudios litoestratigráficos realizados se propone incorporar a la Formación Las Vacas (*sensu* Astini, 1999) una unidad basal denominada Miembro pelitas, psamitas y conglomerados.

El análisis bioestratigráfico de la Formación Las Vacas permitió reconocer graptofaunas autóctonas, localizadas en niveles pelíticos y psamopelíticos, y alóctonas en fragmentos psefíticos provenientes de la erosión de la Formación Gualcamayo.

La edad de la sucesión se atribuye al Caradociano inferior por la presencia de faunas autóctonas correspondientes a las Zonas de *Nemagraptus gracilis* y *Climacograptus bicornis*.

Los depósitos sedimentarios, en especial los que componen el Miembro conglomerados macizos y olistostromas, se vinculan con deslizamientos de bloques (olistolitos) y flujos de detritos de alta energía producidos por movimientos de bloques correspondientes al diastrofismo guandacólico.

El desarrollo de la Fase Guandacólica, en función del contenido biológico de las diferentes unidades que integran la Formación Las Vacas, reconoce tres subfases. La inicial insumió el lapso comprendido entre el Arenigiano Tardío – Llanvirniano Temprano, lapso durante el cual se depositó la Formación Gualcamayo con las Zonas de *I. victoriae maximus*; *Oncograptus* y *P. tentaculatus*. Dentro de este evento, el hiatus correspondiente a la discordancia erosiva que separa las Formaciones Gualcamayo y Las Vacas insumió el tiempo comprendido entre la Zona de *P. tentaculatus* (Llanvirniano Inferior) e inicio de la Zona de *N. gracilis* (Caradociano Inferior). La subfase Principal, durante la cual se depositaron los dos miembros inferiores de la Formación Las Vacas, y la Final, cuando hicieron lo propio los dos superiores, acaecieron en un corto lapso durante el Caradociano Temprano (Zonas de *N. gracilis* – *C. bicornis*).

El sector comprendido entre la quebradas de Las Plantas – Potrerillos y Abra de Los Celestinos, es seleccionado como el tectonotipo de la Fase Guandacólica, dentro del ámbito de la Precordillera.

Agradecimientos

Hacemos llegar nuestro agradecimiento al Dr. F. Tortello, quien determinó la fauna de trilobites asociados a las graptofaunas, a los doctores C.A. Cingolani y E. Llambías por la lectura y revisión crítica del manuscrito, y al Sr. M. Campaña por transferir los originales de los gráficos al sistema Corel Draw.

Bibliografía

- Albanesi, G.L., Ortega, G., Barnes, Ch.R. y Hünicken, M.A. 1999. Conodont – graptolite biostratigraphy of the Gualcamayo Formation (Middle Ordovician) in Gualcamayo– Guandacol rivers area, Argentina Precordillera. En: P. Kraft y O. Fatka (eds.), *¿Quo vadis Ordovician? Short papers of the 8° International Symposium on the Ordovician System, Acta Universitatis Carolinae–Geologica* 43: 45–48.
- Astini, R.A. 1992. Tectofacies ordovícicas y evolución de la cuenca eopaleozoica de la Precordillera Argentina. *Estudios Geológicos* 48: 315–327.
- Astini, R.A. 1994. Sucesiones calcáreo – silicoclásticas coetáneas del Ordovícico inferior de la Precordillera y su significado en la evolución de la cuenca. *5° Reunión Argentina de Sedimentología* (Tucumán), *Actas* 1: 113–118.
- Astini, R.A. 1999. El conglomerado de Las Vacas y el Grupo Trapiche de la Precordillera: Tectónica distensiva en el Ordovícico Tardío. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 53: 489–503.
- Astini, R.A. y Brussa, E.D. 1996. Dos nuevas localidades fosilíferas en el Conglomerado de Las Vacas (Caradociano) en la Precordillera argentina: Importancia cronoestratigráfica. *Ameghiniana* 34: 144.
- 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. *Bulletin of the Geological Society of America* 107: 253–273.
- Astini, R.A., Ramos, V.A., Benedetto, J.L., Vaccari, N.E. y Cañas, F.L. 1996. La Precordillera: un terreno exótico a Gondwana. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Buenos Aires), *Actas* 5: 293–294.
- Baldis, B.A.J. y Beresi, M. 1981. Biofacies de culminación del ciclo deposicional calcáreo del Arenigiano del Oeste de Argentina. *2° Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Brasil), *Actas* 1: 11–18.
- Baldis, B.A.J. y González, S.B. 1986. *Australoharpes precordilleranus* nov. sp. (Trilobita Ptychopariida, Harpidae) del Ordovícico inferior de la Sierra de Villicum Provincia de San Juan, Argentina. *4° Congreso Argentino de Paleontología Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 73–78.
- Baldis, B.A.J., González, S.B. y Pires de Carvalho, G. 1984. Una fauna arenigiana de la Sierra de Villicum (San Juan) ubicada en tranfacies calcáreas–pelíticas. *3° Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Mexico), *Actas*: 68–72.
- Benedetto, J.L., Cañas, F. y Astini, R.A. 1986. Braquiópodos y trilobites de la zona de transición entre las Formaciones San Juan y Gualcamayo en el área de Guandacol La Rioja (Argentina). *4° Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 103–111.
- Benedetto, J.L., Herrera, Z. y Ortega, G. 1991. Bioestratigrafía del Ordovícico en el flanco occidental del cerro Potrerillo, Provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 46: 60–68.
- Berry, W.B.N. 1960. Graptolites of the Marathon region, West Texas. *University of Texas Publications* 6005: 1–129.
- Blasco, G. y Ramos, V. 1976. Graptolitos caradocianos de la Formación Yerba Loca y del cerro La Chilca. Departamento Jáchal, Provincia de San Juan. *Ameghiniana* 12: 312–322.
- Bordonaro, O. 1999. Cámbrico y Ordovícico de la Precordillera y Bloque de San Rafael. En: R. Caminos (ed.), *Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR Anales* 29: 189–204.
- Bordonaro, O., Beresi, M. y Keller, M. 1993. Reinterpretación estratigráfica del Cámbrico del área de San Isidro, Precordillera de Mendoza. *12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza), *Actas* 2: 12–19.
- Borrello, A.V. 1969. Embriotectónica y tectónica tensional. Su importancia en la evolución estructural de la Precordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 24: 5–13.
- Borrello, A.V. y Gareca, P.G. 1951. Sobre la presencia de *Nemagraptus gracilis* (Hall) en el Ordovícico del norte de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 6: 187–193.
- Bronn, H.G. 1846. *Index Palaeontologicus*, B. Enumeratur: 149.
- Brussa, E.D. 1994. [Las graptofaunas ordovícicas del sector oriental de la Precordillera Occidental Sanjuanina, Argentina. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 323 p. Inédita]
- Brussa, E.D. 1997. Las graptofaunas ordovícicas de la Formación Las Aguaditas, Precordillera de San Juan, Argentina, Parte II: familias Cryptograptidae, Dicramograptidae, Diplograptidae y Ortograptidae. *Ameghiniana* 34: 93–105.
- Bulman, O.M.B. 1927–1967. Monograph of British dendroid graptolites. *Palaeontographical Society of London* (Parts 1–3): 92 pp.
- Bulman, O.M.B. 1931. South American Graptolites. *Arkiv for Zoologie K. Svenska* 23: 1–104.
- Bulman, O.M.B. 1938. The proximal end of *Cryptograptus*. *Geological Magazine* 75: 539–543.
- Bulman, O.M.B. 1945–1947. A monograph of the Caradoc (Balclatchie) graptolites from limestones in Laggan Burn, Ayrshire. *Palaeontographical Society of London. Monograph*, 78 p., 40 text–figs, 10 pls.
- Bulman, O.M.B. 1970. En: R.C. Moore (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology: (Part 5) Graptolithina*. Geological Society of America and University of Kansas, Lawrence, 163 pp.

- Caballé, M., Cuerda, A., Alfaro, M. y Furque, G. 1993. Nuevos hallazgos de graptolitos en el Ordovícico de la Sierra del Tigre, Precordillera de San Juan. *12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos* (Mendoza), *Actas*: 2: 268–280.
- Caballé, M., Furque, G., González, P., Cuerda, A. y Alfaro, M. 1997. Nuevos datos sobre la estratigrafía del Ordovícico de la Precordillera centro–occidental de San Juan, Argentina. *2º Jornadas de Geología de Precordillera* (San Juan), *Actas*: 22–28.
- Carter, C.J. y Churkin, M. 1977. Ordovician and Silurian graptolite succession in the Trail Creek area, central Idaho, a graptolite zone reference section. *U.S. Geological Survey Professional Paper* 1020: 1–33.
- Carruthers, W. 1858. Dunfriesshire graptolites with descriptions of three new species. *Proceeding of the Royal Society of London* 1: 466–470.
- Carruthers, W. 1867. *On graptolites*. En: R.I. Murchison, (ed.), *Silurian* 4, Appendix D, John Murray, London, pp. 538–541.
- Clark, T.H. y Strachan, I. 1955. Log of the Strigon Weekk, Southern Quebec. *Bulletin of The Geological Society of America* 66: 685–698.
- Cuerda, A.J. 1973. Reseña del Ordovícico Argentino. *Ameghiniana* 10: 273–312.
- Cuerda, A.J. 1986. Graptolitos del techo de la Formación San Juan, Precordillera de San Juan. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 49–54.
- 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: 427–448.
- Cuerda, A.J. y Furque, G. 1975. Nuevos datos de paleobiogeografía de la Formación Gualcamayo, Ordovícico de la Precordillera. *2º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Tucumán) *Actas*: 49–57.
- Cuerda, A., Alfaro, M., Caballé, M. y Furque, G. 1994. *Dichograptus fasciculatus* nov. sp. (Graptolithina) en la Formación Gualcamayo, Precordillera de San Juan, República Argentina. *Ameghiniana* 31: 67–71.
- Cuerda, A.J., Alfaro, M., Caballé, M. y Furque, G. 1997. *Loganograptus flagellatus* nov. sp., (Graptolithina) en la Formación Gualcamayo (Ordovícico) Precordillera de San Juan, República Argentina. *Ameghiniana* 34: 202–205.
- Cuerda, A.J., Caballé, M., Cingolani, C.A. y Alfaro, M. 1998. Ordovician Caradoc Dendroids and their stratigraphic relationships, Northeastern Argentine Precordillera. En: J.C. Gutierrez Marco e I. Rábano (eds.), *Proceedings 6th International Graptolite Conference. Temas Geológico–Mineros Instituto Tecnológico Geominero de España*: 164–169.
- Cuerda, A.J., Alfaro, M.B. y Caballé, M.F. 1999. *Neurograptus* cf. *margaritatus* (Lapworth) (Graptolithina) en la Sierra de la Invernada (Ordovícico), Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 36: 49–54.
- Chapman, A.J., Durman, P.N. y Rickards, R.B. 1996. A provisional classification of the graptolite Order Dendroidea. *Palaontologische Zeitschrift* 70: 189–202.
- Decker, C.E. 1936. Some tentative correlations on the basis of graptolites of Oklahoma. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists* 20: 301–311.
- Decker, C.E. 1952. Stratigraphic significance of graptolites of Oklahoma. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists* 36: 1–145.
- Eichwald, E. Von. 1840 *Ueber das silurische Schichtensystem in Esthland*. St. Petesburg, 210 pp.
- Elles, G.L. y Wood, E.M.B. 1901–1918. Monograph of British Graptolites. En: C. Lapworth (ed.), *Palaontographical Society of London Monograph* 171: 1–539.
- Emmons, E. 1855–1856. *American Geology*. Vol. 1 (1855), Vol. 2 (1856)
- Finney, S.C. 1980. Thamnograptid, Dichograptid and Abrograptid graptolites from the Middle Ordovician Athens Shale of Alabama. *Journal of Paleontology* 54: 1184–1208.
- Finney, S.C. 1985. Nemagraptid graptolites from the Middle Ordovician Athens Shale, Alabama. *Journal of Paleontology* 59: 1100–1137.
- Finney, S.C. y Bergström, S.M. 1986. Bioestratigraphy of the Nemagraptus gracilis Zone– En: C.P. Hughes and R.B. Rickards (ed.), *Palaeoecology and biostratigraphic of graptolites*. Geological Society Special Publications 20: 47–59.
- Frech, F. 1897. *Lethaea geognostica*, Theil 1; Lethaea paleozoica, Bd. 1, Graptolithiden (Lief 1–2 by F. Roemaer, Lief. 3 continued by F. Frech): 544–568. Schweizerbart (Stuttgart).
- Furque, G. 1958. El Ordovícico de la Precordillera riojana. *Revista del Museo de La Plata* (Nueva Serie) *Sección Geología* 4: 343–369.
- Furque, G. 1963. Descripción geológica de la Hoja 17b–Guandacol Provincia de La Rioja–Provincia de San Juan. *Servicio Geológico Nacional. Boletín* 92: 1–104.
- Furque, G. 1972a. Precordillera de La Rioja, San Juan y Mendoza. En: A. F. Leanza (ed.), *Geología Regional Argentina*, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba: 237–287.
- Furque, G. 1972b. Los movimientos Caledónicos. *Revista del Museo de La Plata* (Nueva Serie). *Sección Geología* 8: 129–136.
- Furque, G.A. y Cuerda, A.J. 1982. Extensión y edad de los movimientos de la fase Guandacol en la Precordillera del oeste argentino. *5º Congreso Latinoamericano de Geología* (Buenos Aires), *Actas* 1: 191–200.
- Goldman, D. 1995. Taxonomy, evolution and biostratigraphy of the *Orthograptus quadrimucronatus* species group (Ordovician Graptolithina). *Journal of Paleontology* 69: 516–540.
- Gurley, R.R. 1896. Northamerican graptolites, new species and vertical ranges. *Journal of Geology* 4: 63–102
- Hadding, A.R. 1915a. On *Glossograptus*, *Cryptograptus* och *twenne* dem närstaende graptoliststsläkten. *Geologiska Föreningens. Stockholm. Förhandlingar* 37: 303–336.
- Hadding, A.R. 1915b. Der mittlere *Dicellograptus*–schiefer auf Bornholm. *Lunds Universitet Arsskr.* 2 (Band 11), nª 4: 1–39.
- Hall, J. 1847. Description of the organic remains of the New York System. *Paleontology of New York* 1: 1–338.
- Hall, J. 1851. Description of new, or rare species of fossils from the Paleozoic Series. En: J.W. Foster and L.D. Whitney. *Geology of Lake Superior*. Pt. 2, Washington, pp. 203.
- Hall, J. 1859. Notes upon the genus Graptolithus. *Paleontology of New York* 3: 495–529.
- Hall, J. 1860. Notices of a new forms of the genus Graptolithus and allied genera. *New York State Cab. Natural History Annals Report* 13, pp. 55–56.
- Hall, J. 1865. Graptolites of the Quebec Group. Figures and descriptions of Canadian organic remains. *Canadian Geological Survey, Decade* 2: 1–151.
- Hall, T.S. 1905. Victorian Graptolites Part iii, Some new or little known species. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 18: 20–24.
- Hall, T.S. 1908. Report on Graptolites. *Geological Service of Victoria Records* 2: 221–227.
- Harrington, H.J. y Leanza, A.F. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. *Department of Geology University of Kansas, Special Publications* 1: 1–276.
- Heredia, S. y Beresi, M. 1995. Ordovician events and sea level changes on the western margin of Gondwana: the Argentine Precordillera. En: J. D. Cooper, M. L. Drosser y S. C. Finney, (eds.) *Ordovician Odyssey: short papers for the 7º International Symposium on Ordovician System, Pacific Section Society for Sedimentary Geology*, 31–36.
- Hisinger, W. 1837. *Letaheia Suecica*, seu *Petrifacta Sueciae*. Supplement 1, 124 p. Stockholm
- Hopkinson, J. 1870. On the structure and affinities of the genus *Dicranograptus*. *Geological Magazine* 7: 353.
- Hopkinson, J. 1871. On *Dicellograptus* a new genus of graptolite. *Geological Magazine* 8: 20–26.
- Hughes, R.A. 1989. Llandeilo and Caradoc graptolites of the Bulth and Shelve inliers. *Palaontographical Society of London Monograph* 577: 1–89.
- Jaanusson, V. y Skoglund, R. 1963. Graptoloids from the Viruan (Ordovician) Dalby and Skagen limestones of Västergötland. *Geologisk Föreningens Stockholm Förhandlingar* 85: 341–357.
- Keller, M. 1995. Continental slope deposits in the Argentine Precordillera. In *Sediments and geotectonic significance*. En: J. D. Cooper, M. L. Drosser y S. C. Finney, *Ordovician Odyssey: short*

- papers for the 7th International Symposium on Ordovician System. Pacific Section Society for Sedimentary Geology*, 211–215.
- Keller, M. 1999. Argentine Precordillera Sedimentary and Plate Tectonic History of a Laurentian crustal fragmenting, South America. *Geological Society of America, Special Paper* 341: 1–130.
- Lapworth, C. 1873. On an improved classification of the Rhabdophora. *Geological Magazine* 10: 50–504.
- Lapworth, C. 1875. Description of the graptolitea of the Arenig and Llandeilo rocks of the St. Davids. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 31: 631–672.
- Lapworth, C. 1876. Catalogue of Western Scottish fossils. *British Association for the Advancement of Sciences* p. 1–28.
- Lapworth, C. 1877. On the graptolites of Country Down. En: *Systematic lists of the flora, fauna and paleontology and archaeology of the North of Ireland by members of the Belfast Naturalists Field Club* 1: 125–144.
- Lapworth, C. 1880. On new British graptolites. *Annals and Magazine of Natural History* 5: 149–177.
- Lenz, A.C. y Chen, X. 1985. Middle upper Ordovician graptolite biostratigraphy of Peel River and other areas of the Northern Canadian Cordillera. *Canadian Journal of Earth Sciences* 22: 227–239.
- Mc Coy, F. 1850. On some new genera and species of Silurian Radiata in the collection of the University of Cambridge. *Annals and Magazine of Natural History* 6: 270–290.
- Milana, J.P. 1992. Estratigrafía secuencial, cortejos sedimentarios y su relación con la evolución geotectónica de la cuenca paleozoica inferior de la Precordillera. 4° Reunión Argentina de Sedimentología, *Actas* 2: 199–206.
- Nicholson, H.A. 1869. On some new species of graptolites. *Annals and Magazine of Natural History* 4: 231–232.
- Nicholson, H.A. 1872. *Monograph of the British graptolitoidea*. Blackwood and Sons (eds.), Edimburgh y London. 133 p.
- Ortega, G. 1987. [Las graptofaunas y los conodontes de la Formación Los Azules, Cerro Viejo, zona de Huaco, departamento Jáchal. San Juan. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 209 p. Inédita].
- Ortega, G. y Albanesi, G.L. 1998. The record of the *Nemagraptus gracilis* Zone in the Argentine Precordillera. En: J. C. Gutiérrez Marco e I. Rábano (eds.), *Proceedings 6th International Graptolite Conference. Temas Geológico-Mineros, Instituto Tecnológico Geomínero de España* 23: 231–235.
- Ortega, G. y Albanesi, G.L. 1999. Graptolite biostratigraphy of the Gualcamayo Formation (Middle Ordovician) at the Los Sapitos creek section. Argentina Precordillera. En: P. Kraft y O. Fatka, (eds.), *¿Quo vadis Ordovician? Short paper of the 8° International Symposium on the Ordovician System. Acta Universitatis Carolinae*. 43: 49–52.
- Ortega, G. y Brussa, E. 1991. 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 Cuerda, A. 1988. El género *Isograptus* Moberg en la Formación Gualcamayo (Ordovícico) de la Precordillera Argentina. *Ameghiniana* 24: 159–167.
- Ortega, G., Toro, B. y Brussa, E. 1993. Las zonas de graptolitos de la Formación Gualcamayo (Arenigiano Tardío–Llanvirniano Temprano) en el norte de la Precordillera (Provincias de La Rioja y San Juan), Argentina. *Revista Española de Paleontología* 8: 207–219.
- Peralta, S. 1993. Estratigrafía y consideraciones paleoambientales de los depósitos marinos clásticos eopaleozoicos de la Precordillera oriental de San Juan. 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza), *Actas* 1: 193–198.
- Peralta, S. 1994. Discontinuidades estratigráficas en la sucesión marino-clástico eopaleozoica de la Precordillera de Cuyo: análisis y correlación. 5° Reunión Argentina de Sedimentología, (Tucumán), *Actas* 1: 128–137.
- Pribyl, A. 1947. Clasificación of the genus *Climacograptus* Hall, 1865. *Bulletin de l'Académie Tchèque des Sciences* 48: 1–2.
- Riva, J.F. 1969. Middle and Upper Ordovician graptolites of St. Lawrence Lowlands of Quebec and of Anticosti Island. *Memoires of the American Association of Petroleum Geologists* 12: 513–556.
- Riva, J.F. 1974. A revision of some Ordovician graptolites of eastern North America. *Palaeontology* 17: 1–40.
- Riva, J.F. 1976. *Climacograptus bicornis bicornis* (Hall), its ancestor and likely descendents. En: M.G. Basset (ed.), *The Ordovician System: proceedings of a Palaeontological Association symposium* pp. 589–619.
- Riva, J.F. y Ketner, K.B. 1989. Ordovician graptolites from the northern Sierra de Cobachi, Sonora, Mexico. *Transactions of the Royal Society of Edimburgh Earth Sciences* 80: 71.
- Rodríguez, E.J. 1971. Aportes al conocimiento del Eopaleozoico del flanco oriental de la Precordillera, Provincia de La Rioja, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 26: 67–74.
- Ross, R.J. y Berry, W.B.N. 1963. Ordovician graptolites of the Basin Ranges in California, Nevada, Utah and Idaho. *U.S. Geological Survey Bulletin* 134: 1–177.
- Ruedemann, R. 1904–1908. Graptolites of New York. Part 1. Graptolites of the Lower Beds. *New York States Museum, Bulletin* 7: 457–803.
- Ruedemann, R. 1947. Graptolites of North America. *Geological Society of America, Memoir* 19: 1–652.
- Sánchez, M.T. Benedetto, J.L. y Brussa, E. 1988. Late Ordovician stratigraphy, paleoecology and sea-level changes in the Argentina Precordillera. 5° International Symposium Ordovician System Abstracts: 245–256.
- Skwarko, S.K. 1962. Graptolites of Cobb River Mount Area, North West Nelson. *Transaction of the Royal Society of New Zealand* 1: 215–247.
- Strachan, L. 1971. A synoptic supplement to “A Monograph of British graptolites” by Miss G.L. Elles and Miss E.M.R. Wood. *Paleontographical Society (Monograph)* 125: 1–130.
- Thomas, D.E. 1960. The zonal distribution of Australian graptolites. *Royal Society of New South Wales, Journal and Proceedings* 94: 1–158.
- Thorslund, P. 1946–1948. Chasmops Series of Kullatorp Core. *Bulletin of the Geological Institution University of Uppsala* 32: 343–373.
- Tullberg, S.A. 1882. Skånes graptolites, I and II *Sveriges Geologiska Undersökning*, 50: 1–44.
- Turner, J.C.M. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 14: 5–180.
- VandenBerg, A.H.M. y Cooper, R.A. 1992. The Ordovician graptolite sequence of Australasia. *Alcheringa* 16: 33–65.
- von Gosen, W., Buggisch, W. y Lehnert, O. 1995. Evolution of the Early Paleozoic mélange at the eastern margin of the Argentine Precordillera. *Journal of South American Earth Sciences* 8: 405–424.
- Williams, S.H. 1982. Upper Ordovician Graptolites from the top lower Hartfell shale Formation (*Dicranograptus clingani*–*Pleurograptus linearis* Zones) near Moffat southern Scotland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* 72: 229–255.
- Williams, S.H. 1994. Revision and definition of the *Climacograptus wilsoni* Zone (Middle Ordovician) of southern Scotland. *Transaction of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences* 85: 143–157.
- Williams, S.H. 1995. Middle Ordovician graptolites from the Lawrence Harbor Formation, Central Newfoundland, Canada. *Palaeontographica A* 235: 21–77.
- Williams, S.H. y Bruton, D.L. 1983. The Caradoc–Ashgill boundary in the central Oslo region and associated graptolite faunas. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 63: 147–191.

Recibido: 30 de agosto de 2001.

Aceptado: 18 de julio de 2003.