

ASOCIACIONES DE GRAPTOLITOS DEL ARENIG DE LA LOCALIDAD TIPO DE LA FORMACIÓN LA ALUMBRERA, SISTEMA DE FAMATINA, ARGENTINA

Blanca A. TORO

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Departamento de Geología y Paleontología, IANIGLA, CRICYT. Parque Gral. San Martín, 5500 Mendoza, Argentina.

Toro, B.A. 1997. Asociaciones de graptolitos del Arenig de la localidad tipo de la Formación La Alumbraera, Sistema de Famatina, Argentina. [Arenigian graptolite assemblages from the type area of the La Alumbraera Formation, Famatina System, Argentina]. *Revista Española de Paleontología*, **12** (1), 43-51. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

The main objective of this paper is to present the biostratigraphic analysis of the graptolite fauna of the La Alumbraera Formation. The fossils were collected at the type section of this unit, which lies to the southwest of Tinogasta (Catamarca Province), Famatina System. The vertical range of the registered taxa is discussed and two graptolite assemblages are established. These assemblages suggest a Basal Arenig to Early Arenig age for the middle and upper parts of the studied section, and contribute to specify the biostratigraphic position of the graptolite fauna from the La Alumbraera Formation. Moreover, a correlation of the graptolite bearing levels with equivalent outcrops in the Northwest of Argentina, and the comparison between the recognized assemblages and world-wide graptolite biozones are proposed. Finally, some comments about the paleobiogeographical affinities of the graptolites are presented.

Keywords: Graptolites, biostratigraphy, basal Arenig-Early Arenig, Sistema de Famatina, Catamarca Province, Argentina.

RESUMEN

El principal objetivo de esta contribución es presentar el análisis bioestratigráfico de la graptofauna coleccionada en la localidad tipo de la Formación La Alumbraera, situada al suroeste de la ciudad de Tinogasta (provincia de Catamarca), Sistema de Famatina. Se discute la distribución temporal de los taxones reconocidos y se establecen dos asociaciones graptolíticas. Estas permiten sugerir una edad equivalente al lapso Arenig basal-Arenig Inferior para los tramos medio y superior de la sección estudiada, y precisar la posición bioestratigráfica de la fauna de graptolitos de la Formación La Alumbraera. Asimismo, se propone la correlación de los niveles portadores de la graptofauna analizada con afloramientos equivalentes del noroeste argentino, y la comparación de las asociaciones graptolíticas reconocidas, con biozonas establecidas en otras regiones del mundo. Por último, se realizan algunas observaciones acerca de las afinidades paleobiogeográficas de la graptofauna.

Palabras clave: Graptolitos, bioestratigrafía, Arenig basal-Arenig Inferior, Sistema de Famatina, provincia de Catamarca, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El área de estudio se encuentra localizada en el flanco oriental del Cerro Negro de Rodríguez, en el Sistema de Famatina. Esta provincia geológica se ubica entre las Sierras Pampeanas, con las cuales limita por el sur y este, y la Precordillera hacia el oeste, y se extiende con dirección NNO-SSE en el noroeste de Argentina, por aproximadamente 800 km de longitud, continuando hacia el norte dentro de la Faja Eruptiva de la Puna. Numerosos autores han interpretado este cinturón como un arco

magmático complejo, típico de márgenes activos; postularon la existencia de un arco de islas como parte de su evolución, y lo relacionaron con el acrecimiento del terreno de la Precordillera en el oeste de Gondwana (Aceñolaza y Toselli, 1988; Aceñolaza, 1992; Mannheim y Miller, 1992; Toselli *et al.*, 1993; Clemens, 1993; Benedetto y Astini, 1993; Sosa Gómez y Cisterna, 1994; Astini *et al.*, 1995 y Astini y Benedetto, 1996; entre otros).

Los afloramientos ordovícicos del Sistema de Famatina están representados fundamentalmente por unidades pelíticas con intercalaciones limo-arenosas,

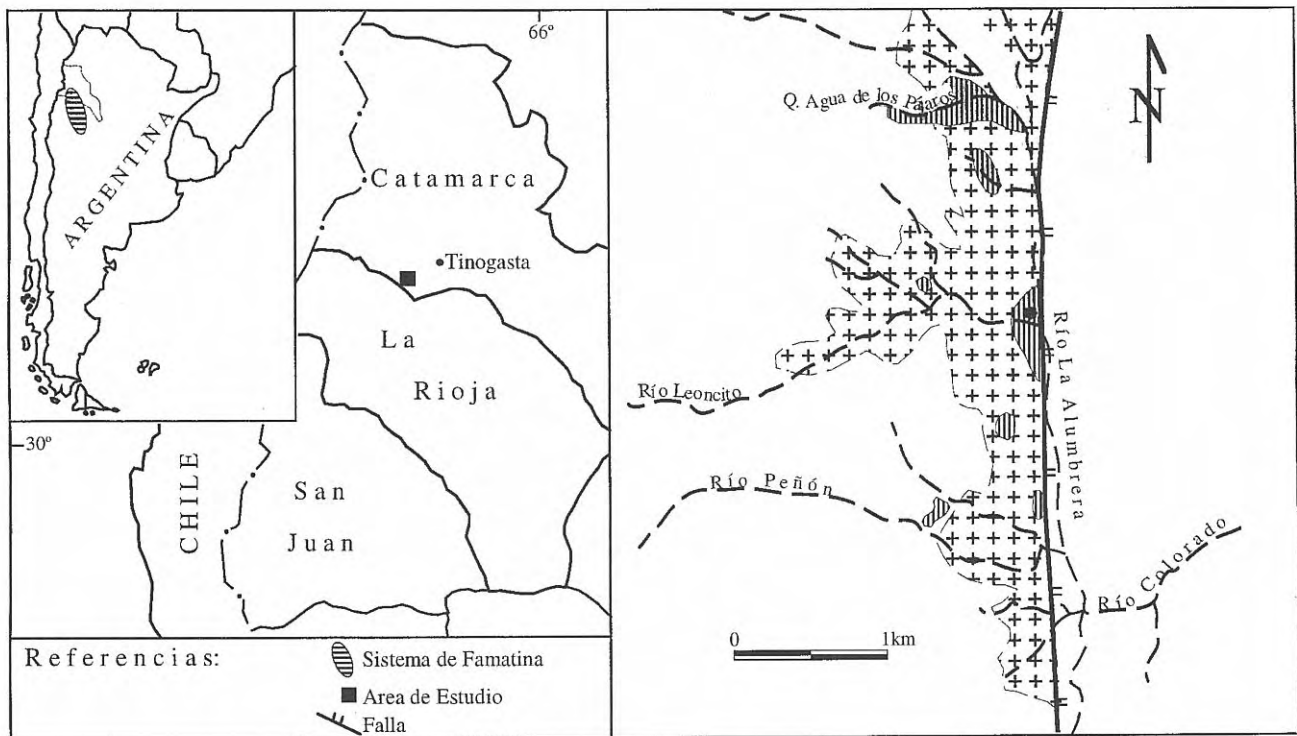


Figura 1. Mapa de ubicación del área estudiada, y esquema de distribución de los afloramientos de la Formación La Alumbraera (rayado vertical) y de los intrusivos graníticos de la Formación Ñuñorco (cruces), tomado de Aceñolaza *et al.*, 1976. El asterisco señala la localización de los niveles fosilíferos de la sección columnar presentada en la figura 2.

correspondientes al lapso Tremadoc-Arenig inferior (Formaciones Volcancito, La Alumbraera y Portezuelo de las Minitas) y por sucesiones volcano-sedimentarias asignadas al Arenig inferior-superior (Formaciones Suri y Molles), y han sido posteriormente intruídos por cuerpos graníticos en el Ordovícico Superior (Formación Ñuñorco). Aceñolaza y Baldis (1987) sugieren que la Formación La Alumbraera (Aceñolaza, *et al.*, 1976) suprayace a la Formación Negro Peinado (Turner, 1960) e infrayace a la Formación Suri (Harrington, en Harrington y Leanza, 1957), y es equivalente a la Formación Portezuelo de Las Minitas (Lavandaio, 1973). La discusión de las relaciones estratigráficas entre las unidades mencionadas excede los objetivos de este trabajo.

La graptofauna estudiada fue coleccionada de los afloramientos de la Formación La Alumbraera en su localidad tipo, distante aproximadamente 25 km hacia el suroeste de la ciudad de Tinogasta, provincia de Catamarca. El acceso a la zona se realiza por la Ruta Nacional N° 40 hasta la localidad de Río Colorado y desde allí, a través de una huella mular, se recorren aproximadamente 10 km por la quebrada homónima hasta la confluencia con el río La Alumbraera. La sección estudiada se encuentra distante 2 km al norte de esa unión, en las proximidades de la confluencia de los ríos La Alumbraera y Leoncito (Fig. 1).

La columna estratigráfica de la región está integrada por una sucesión eminentemente pelítica, denominada Formación La Alumbraera por Aceñolaza *et al.* (1976). La misma infrayace discordantemente a los estratos

neopaleozoicos y terciarios de las formaciones Agua Colorada, La Cuesta y Río Colorado (*sensu* Aceñolaza *et al.*, *op. cit.*).

Con respecto a las investigaciones paleontológicas realizadas anteriormente en esta zona, sólo se cuenta con la contribución de Aceñolaza *et al.* (1976). Estos autores establecen como sección tipo de la Formación La Alumbraera, los afloramientos ubicados en la confluencia del Río Leoncito con el río homónimo, ilustran 23 ejemplares de graptolitos y describen las siguientes especies: "*Clonograptus rígido* (Hall), *Tetragraptus quadrirachiatus* (Hall), *Tetragraptus quadrirachiatus* (Hall) var. *catuaensis* Aceñolaza y Durand, *Tetragraptus* cf. *T. phyllograptoides* Linnarson, *Tetragraptus bigsbyi* (Hall), *Tetragraptus amii* Elles y Wood, *Tetragraptus serra* (Brongniart), *Tetragraptus approximatus* Nicholson, *Didymograptus* cf. *D. nitidus* (Hall) y *Didymograptus* cf. *D. extensus* Hall". Cabe señalar que el material fosilífero analizado por Aceñolaza *et al.* (1976) proviene de tres afloramientos distintos de la Formación La Alumbraera, y que dichos autores no especifican la posición estratigráfica de los niveles de procedencia del mismo, ni la asociación entre las distintas especies. Basados en los taxones reconocidos, los autores mencionados asignan a la Formación La Alumbraera una edad arenigiana inferior (equivalente al Bendigioniano de Australia).

Durante la realización de este trabajo se midieron aproximadamente 120 m correspondientes a la Formación La Alumbraera y granitoides que la intruyen. El rumbo general de dicha unidad es Noroeste y su buzamiento

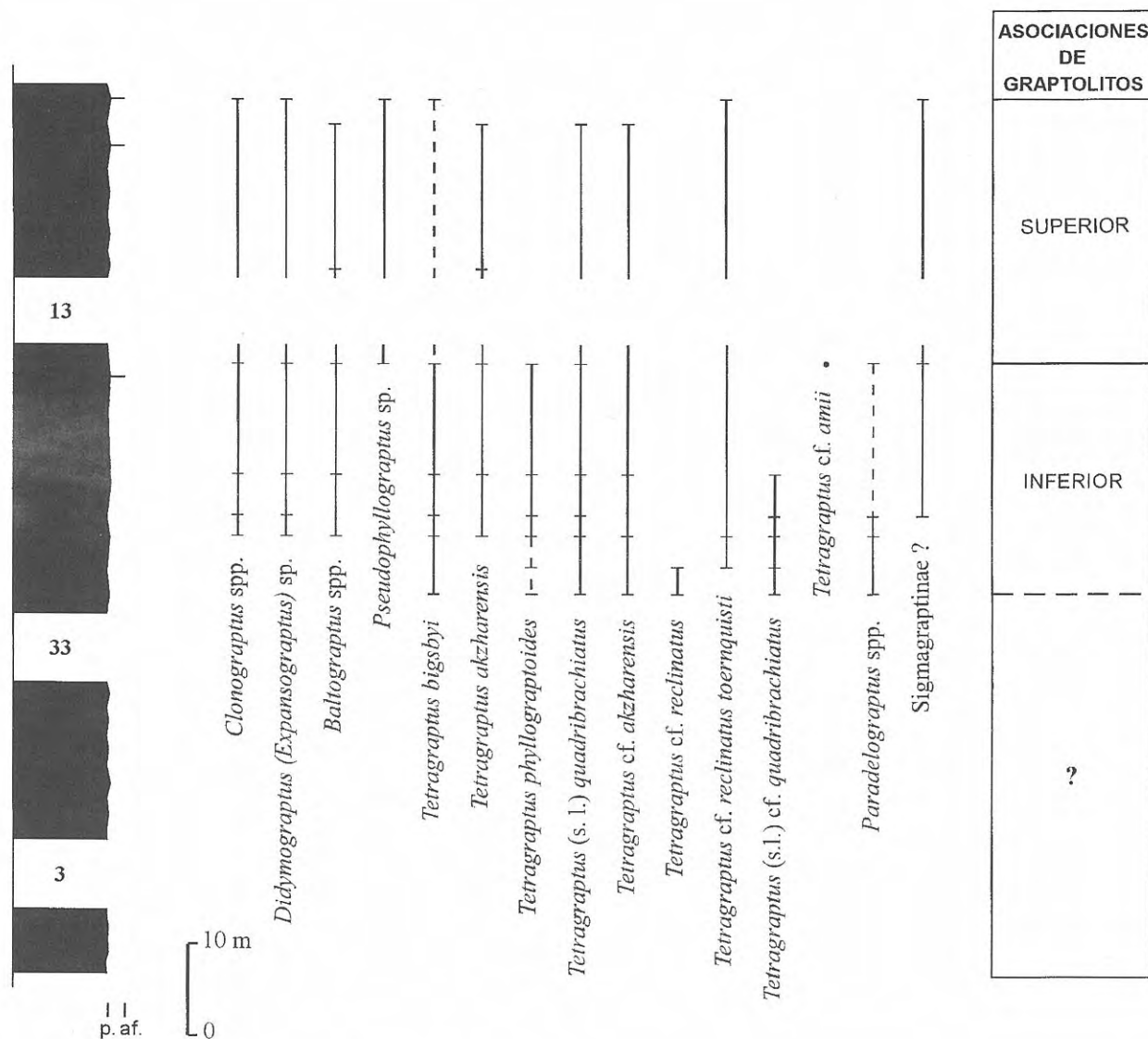


Figura 2. Columna estratigráfica de la Formación La Alumbraera, en la quebrada homónima. Distribución vertical de los taxones reconocidos y de las asociaciones de graptolitos. Los números indican el espesor aproximado (en metros) de los cuerpos intrusivos de la Formación Ñuñorco y las letras corresponden a: p, pelitas; af, areniscas finas. Los trazos discontinuos verticales indican la posible presencia del taxón, mientras que los horizontales, la posible situación del límite inferior de la asociación graptolítica inferior.

varía alrededor de los 30° hacia el Noreste. Su tramo inferior fue relevado en ambas márgenes del Río Leoncito, en las cercanías de su confluencia con el Río La Alumbraera, mientras que sus tramos medio y superior fueron relevados sobre la ladera oeste de este último (Fig. 1). En la figura 2 se presenta la columna estratigráfica de la sección estudiada, la distribución vertical de las especies y las asociaciones graptolíticas reconocidas. La Formación La Alumbraera presenta tanto la base como el techo intruídos por rocas graníticas, las que fueron asignadas a la Formación Ñuñorco por Aceñolaza *et al.* (1976). Constituye una sucesión predominantemente pelítica, especialmente en su tramo inferior, expuesto sobre el Río Leoncito; dominan allí arcillitas de color gris oscuro en bancos de 2 a 10 cm de potencia con pátinas de oxidación de colores ocres. Hacia los tramos medio y

superior de la sección, aflorantes en la ladera oeste de la quebrada de La Alumbraera, las limolitas constituyen la litología dominante presentándose en bancos de 1 a 2 cm de espesor, con marcada fisibilidad y colores grises oscuros con pátinas gris claro a amarillo limón. En este tramo de la secuencia aparecen algunos niveles de areniscas finas, gris verdosas, de poco espesor. El material fosilífero se ha conservado generalmente en pelitas y, con menor frecuencia, en areniscas finas.

Los fósiles analizados están depositados en el Museo y Cátedra de Paleontología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, bajo la sigla CORD-PZ. Las ilustraciones de los mismos fueron realizadas con cámara clara en la Cátedra de Estratigrafía y Geología Histórica de dicha Universidad.

BIOESTRATIGRAFÍA

Como resultado del estudio paleontológico llevado a cabo se diferenciaron 6 géneros y una familia de graptolitos. Los taxones más representativos están ilustrados en la Lámina I. La clasificación sistemática de los mismos está basada principalmente en los trabajos de Cooper y Fortey (1982), Erdtmann *et al.* (1987), Williams y Stevens (1988) y Maletz (1994).

El análisis de la distribución vertical de los 15 taxones identificados se presenta en la figura 2. El mismo sugiere la existencia de dos asociaciones graptolíticas distintas, en la sección tipo de la Formación La Alumbra. La asociación inferior, ubicada en el tramo medio de dicha unidad, indicaría una edad arenig basal para esos niveles; mientras que la asociación superior indicaría una edad arenig inferior para los depósitos superiores de la Formación La Alumbra (Fig. 2).

Asociación graptolítica inferior

Esta asociación se desarrolla a través de los 25 m correspondientes al tramo medio de la sección estudiada. Sin embargo, su extensión total no puede precisarse, debido a que los depósitos que corresponden a su parte basal se encuentran afectados por un cuerpo granítico (Fig. 2). Los tramos medio y superior de esta asociación están caracterizados por la presencia de *Tetragraptus phyllograptoides* Strandmark, cuyo último registro coincide con su límite superior; mientras que en el tramo inferior su registro no pudo ser confirmado, debido a la mala preservación de los ejemplares. Diferentes especies del género *Paradelograptus* se encuentran restringidas a esta asociación, mientras que *Clonograptus* spp., *Didymograptus (Expansograptus)* sp. y las formas asignadas tentativamente a la familia Sigmagraptinae ? continúan presentes en la asociación superior. También se han registrado numerosos representantes del género *Tetragraptus*, tales como *Tetragraptus akzharensis* Tzaj, *Tetragraptus* (s. l.) *quadribrachiatum* (J. Hall), *Tetragraptus* cf. *akzharensis*, *Tetragraptus* (s. l.) cf. *quadribrachiatum* y *Tetragraptus* cf. *amii* Elles y Wood, muchos de ellos son formas de hábito reclinado, como *Tetragraptus bigsbyi* (J. Hall), *Tetragraptus* cf. *reclinatus* Elles y Wood y *Tetragraptus* cf. *reclinatus toernquisti* Monsen.

Nuestros ejemplares de *Tetragraptus phyllograptoides* coinciden en todos los aspectos con la especie baltoescandinava, que ha sido objeto de revisión por parte de Cooper y Lindholm (1985). Dichos autores citan su presencia, junto a *Tetragraptus approximatus*, en niveles equivalentes al Lancefieldiano 3 de Australia. Lindholm (1991) destaca la asociación de esta especie con abundantes tetragráptidos, mencionando la presencia de formas reclinadas, y de representantes de los géneros *Paradelograptus* y *Baltograptus*, en la Zona de *Tetragraptus phyllograptoides* del Hunnenbergiano tardío de Suecia. La única mención de *T. phyllograptoides*, en niveles equivalentes al Bendigoniano, corresponde a Williams y Stevens (1988). Estos autores asignan los especímenes encontrados en Terranova a *Tetragraptus phyllograptoides* cf. *phyllograptoides*, sosteniendo que, de confirmarse las aparentes diferencias con el material tipo de dicha especie, podrían corresponder a un taxón diferente.

En lo que respecta a *Tetragraptus akzharensis*, fue registrado anteriormente tanto en depósitos equivalentes al Lancefieldiano 3 como al Bendigoniano 1-parte del Be 2 (Cooper y Lindholm, 1990). Debido a la presencia de *T. phyllograptoides* en la asociación que aquí se discute, se considera que ese es también su rango en la sección estudiada.

Por último, cabe destacar que en los niveles inferiores de la Formación La Alumbra se han coleccionado graptolitos de posible edad tremadoc, cuyo estudio no se incluyó en esta contribución.

Con anterioridad a este trabajo, solamente un ejemplar, proveniente de la Formación La Alumbra, fue comparado con la especie *Tetragraptus phyllograptoides* por Aceñolaza *et al.* (1976). Dichos autores correlacionaron los estratos portadores del mismo con el Arenig inferior, equivalente al Bendigoniano de Australia. Posteriormente, Cuerda *et al.* (1992) describen dos ejemplares de *Tetragraptus phyllograptoides* cf. *phyllograptoides*, procedentes de la Formación Acoite, aflorante en el extremo norte de la sierra de Cajas. Este hallazgo, sumado a la presencia de niveles correspondientes al Arenig inferior, localizados pocos metros por encima, tanto hacia el este (secciones del río Cajas y quebrada de Los Perros, Toro, 1993, 1994) como en el flanco occidental de la sierra (quebrada Amarilla, Ortega

Lámina I

(Escala gráfica = 2 mm)

1-2 *Clonograptus* spp. 1. CORD-PZ 18395-A. Asociación graptolítica superior, x 3. 2. CORD-PZ 18473. Asociación graptolítica inferior, x 3,5.

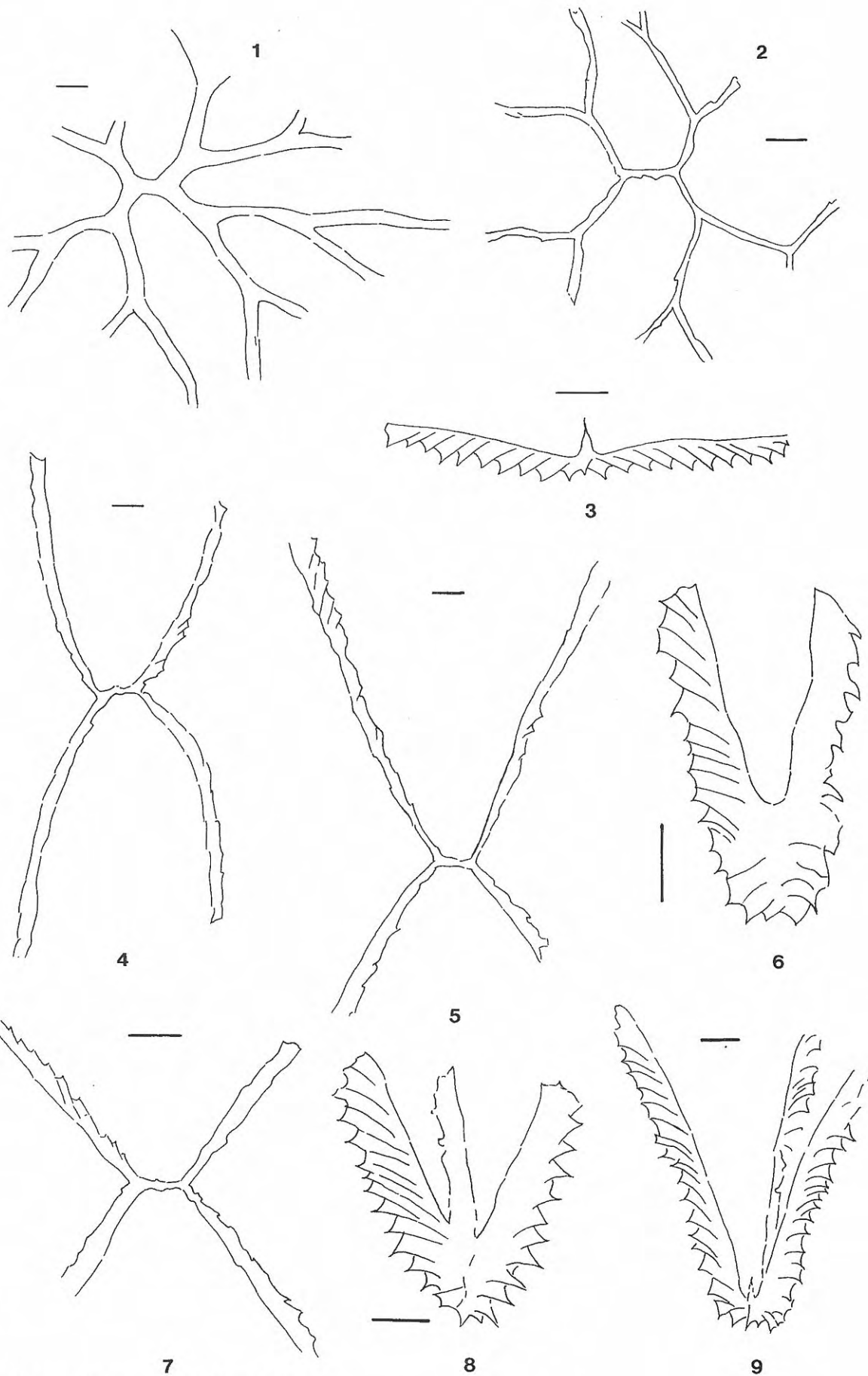
3 *Didymograptus (Expansograptus)* sp. CORD-PZ 18520. Asociación graptolítica inferior, x 5.

4 *Tetragraptus akzharensis* Tzaj, 1968. CORD-PZ 18679-B. Asociación graptolítica inferior, x 3.

5 *Tetragraptus* cf. *akzharensis* Tzaj, 1968. CORD-PZ 18606. Asociación graptolítica inferior, x 3.

6, 8, 9 *Tetragraptus phyllograptoides* Strandmark, 1902. Asociación graptolítica inferior. 6. CORD-PZ 18420-B, x 7,5. 8. CORD-PZ 18481, x 5,5. 9. CORD-PZ 18619, x 3,5.

7 *Tetragraptus* (s. l.) *quadribrachiatum* (J. Hall, 1858). CORD-PZ 18666. Asociación graptolítica inferior, x 5.



y Rao, 1995), sugieren una edad arenig basal para los depósitos con *T. phyllograptoides*. Sin embargo, Cuerda *et al.* (*op. cit.*) con base en un ejemplar incompleto, clasificado como *Isograptus caduceus* cf. *I. caduceus caduceus* (Salter), y en otro asignado con reservas al género *Skiagraptus* Harris, sostienen que la especie guía del Arenig basal posee un carácter relictual en América del Sur, asignando los niveles portadores de esa asociación al Arenig superior-Llanvirn inferior. Más recientemente Toro (1994, 1995) localiza y describe, por primera vez en Argentina, la biozona de *Tetragraptus phyllograptoides*, en el tramo basal de la Formación Acoite, aflorante en la quebrada de Agua Blanca, en el borde occidental de la Cordillera Oriental (provincia de Jujuy). Asimismo Erdtmann *et al.* (1995) mencionan la presencia de *Tetragraptus phyllograptoides* s. str., en el tramo inferior de la Formación Obispo, en la Cordillera Oriental boliviana. Esta especie fue registrada por debajo de un horizonte con *T. approximatus*, y los autores mencionados asignaron a los niveles portadores de la misma, una edad hunnebergiana.

De lo expuesto puede inferirse que la asociación graptolítica inferior indicaría una edad arenig basal (equivalente al Lancefieldiano 3 de la zonación australiana) para el tramo medio de la Formación La Alumbra. Los trabajos discutidos anteriormente sugieren la existencia de niveles coetáneos y su correlación tentativa con dichos depósitos.

El hallazgo de *Tetragraptus approximatus* realizado por Lavandaio (1973) en la Formación Portezuelo de las Minitas, del flanco occidental del Sistema de Famatina (provincia de La Rioja), justificaría la correlación de esos niveles con el tramo medio de La Formación La Alumbra. Sin embargo, debido a que dicha especie ha sido registrada tanto en las zonas de *Tetragraptus approximatus* y *Tetragraptus phyllograptoides*, equivalentes al Lancefieldiano 3 (Texas, Taimyr, Kazakhsan, provincia china de Yangtse y sur de Noruega, *sensu* Cooper y Lindholm, 1990), como en el lapso Bendigoniano 1-parte del Bendigoniano 2, equivalente a las zonas de *Tetragraptus akzharensis* y *Pendeograptus fruticosus* (Terranova, noroeste de Canadá, provincia china de Zhujiang y sur de Suecia, *sensu* Cooper y Lindholm, *op. cit.*), dicha correlación se establece en sentido amplio.

La asociación inferior de la Formación La Alumbra, indicadora de una edad arenig basal, permite establecer una equivalencia con la Zona de *Tetragraptus phyllograptoides* de Suecia y Noruega, correspondiente al Hunnebergiano tardío (Lindholm, 1991; Cooper y Lindholm, 1990). Puede correlacionarse también, de acuerdo a la propuesta de Cooper y Lindholm (1990), con la Zona de *Tetragraptus approximatus*, correspondiente al Lancefieldiano 3 de la sucesión de Australasia (Cooper, 1979; Vandenberg en Webby *et al.*, 1981). Asimismo, una equivalencia tentativa puede establecerse con las zonas homónimas de Texas (correspondiente al Ibexiano de la zonación norteamericana, Berry, 1960), de la Cordillera canadiense (Jackson y Lenz, 1962; Lenz y Jackson, 1986), de Terranova (Williams y Stevens,

1988), de Kazakhsan (Tzaj, 1974) y de la provincia china de Yangtse (Ningkuoano inferior N₁, *sensu* Mu *et al.*, 1979).

Asociación graptolítica superior

Esta asociación se extiende a través de los 30 m superiores de la sección levantada. Su porción cuspidal se encuentra interrumpida por la presencia de un cuerpo intrusivo. Asimismo, los niveles correspondientes a su parte inferior fueron intruidos por un cuerpo granítico de aproximadamente 13 m de espesor (Fig. 2).

Su límite inferior se ha hecho coincidir con la última aparición de la especie *Tetragraptus phyllograptoides*. Esta asociación se caracteriza, además de la presencia de *Tetragraptus akzharensis*, *Didymograptus (Expansograptus)* sp, *Clonograptus* spp., *Baltograptus* spp. y de formas asignadas a la familia Signagraptinae ?, que continúan registrándose desde la biozona inferior, por la aparición del género *Pseudophyllograptus*. Otras especies que persisten desde la zona subyacente, aunque se vuelven menos frecuentes, son: *Tetragraptus bigsbyi*, *Tetragraptus* (s. l.) *quadribrachiatus*, *Tetragraptus* cf. *akzharensis* y *Tetragraptus* cf. *reclinatus toernquisti*.

Tetragraptus akzharensis caracteriza la biozona homónima de Terranova (Williams y Stevens, 1988), equivalente al Bendigoniano 1 y parte del Bendigoniano 2 de la zonación australiana (*sensu* Cooper y Lindholm, 1990). Si bien esta especie ha sido registrada también en el Lancefieldiano 3 de Kazakhsan (Tzaj, 1974), la ausencia de otros taxones restringidos a ese lapso, y su asociación con formas comúnmente encontradas en niveles más jóvenes, como *Pseudophyllograptus* sp., *Didymograptus (Expansograptus)* sp. y *Baltograptus* spp., indicarían la edad arenigiana temprana (bendigoniana) de la asociación graptolítica superior, reconocida en la Formación La Alumbra.

En el material coleccionado no se ha encontrado la especie *Tetragraptus approximatus* Nicholson, mencionada por Aceñolaza *et al.* (1976). La asignación del único ejemplar descrito en ese trabajo a dicha especie, correspondería muy probablemente a *Tetragraptus akzharensis*, tal como se desprende de la observación en la lámina I (pág. 281) del carácter delgado del rhabdosoma y de la suave convexidad de los estipes, los cuales divergen hacia la parte distal del rhabdosoma.

Tetragraptus akzharensis fue registrado anteriormente en la biozona homónima, reconocida por primera vez en Argentina por Toro (1992), en los niveles inferiores de la Formación Acoite, expuestos en la quebrada de Los Colorados. Los estratos portadores fueron asignados en dicho trabajo al Arenig inferior (Bendigoniano 1-parte del Bendigoniano 2). Posteriormente, la biozona de *T. akzharensis* fue descrita en otras secciones del borde occidental de la Cordillera Oriental (Toro, 1994). Se desarrolla en el tramo superior de la Formación Acoite expuesta en la quebrada de Agua Blanca, en los niveles de dicha unidad que afloran en la quebrada del río Cajas (Toro, 1993), y en los tramos inferior y medio de las secciones de Agua Chica y Lumara. A partir de la edad bendigoniana sugerida por la asociación graptolítica

superior de La Formación La Alumbraera, es posible correlacionar, en sentido amplio, los niveles correspondientes a la misma con aquellos de la Formación Acoite en los cuales se desarrolla la biozona de *T. akzharensis*.

Una comparación tentativa se propone entre los niveles más antiguos de la Formación San Bernardo, expuesta en el cerro homónimo (provincia de Salta), portadores de *Clonograptus flexilis*, *Tetragraptus lavalensis*, *T. sanbernardicus*, *Corymbograptus v-fractus* y *Baltograptus vacillans* (Loss, 1951) y el tramo superior de la Formación La Alumbraera.

Esta asociación graptolítica permite establecer una equivalencia tentativa con la Zona de *Tetragraptus akzharensis* definida por Williams y Stevens (1988), en el oeste de Terranova. Ambas comparten, además de la presencia del fósil que nomina la zona, los taxones *Pseudophyllograptus* y *Didymograptus* (*Expansograptus*). Teniendo en cuenta el esquema bioestratigráfico propuesto por Cooper y Lindholm (1990), esta asociación podría correlacionarse, en sentido amplio, con el Bendigoniano 1-parte del Bendigoniano 2 de Australasia, con la parte inferior de la Zona de *Didymograptus* (s. l.) *balticus* de Suecia, con la Zona de *D. (E.) validus* de Noruega, y con la parte inferior de la Zona de *Acrograptus filiformis* (Ningkuoano inferior N₂, *sensu* Mu *et al.*, 1979) del suroeste de China (provincia de Yangtse).

ASPECTOS PALEOBIOGEOGRÁFICOS

Un gran porcentaje de los taxones presentes en el área estudiada son de carácter pandémico, tal como ocurre con la mayoría de las especies del Ordovícico Inferior (pre Zona de *Nemagraptus gracilis sensu*, Cooper *et al.*, 1991). Entre ellos se destacan los géneros *Clonograptus* y *Pseudophyllograptus* y las siguientes formas: *Didymograptus* (*Expansograptus*) sp., *Tetragraptus bigsbyi*, *Tetragraptus* (s. l.) *quadribrachiatus*, *Tetragraptus cf. amii*, *Tetragraptus cf. reclinatus* y *Tetragraptus cf. reclinatus toernquisti*. Otras especies, como *Tetragraptus akzharensis* sugieren que los fósiles estudiados poseen afinidades con el Noroeste de Terranova, donde fuera definida la biozona homónima (Williams y Stevens, 1988), y por consiguiente con la provincia Pacífica de graptolitos (Cooper y Lindholm, 1990); mientras que la presencia del género *Baltograptus* confiere afinidades atlánticas a esta fauna. Es llamativo asimismo el hallazgo de *Tetragraptus phyllograptoides*, el cual caracteriza la biozona del mismo nombre en la región de Baltoscandia.

La mezcla de afinidades faunísticas, correspondientes a ambas provincias de graptolitos con especies baltoescandinavas, descrita en el área de estudio, es notablemente similar a lo que ocurre en el borde occidental de la Cordillera Oriental (Toro 1994, 1995). La autora sostiene que tanto la coexistencia de especies pertenecientes a las provincias Pacífica y Atlántica, como la aparición de formas de distribución restringida, concordaría con la ubicación de ambas regiones perigondwánicas en la zona de transición de latitudes

intermedias, propuesta por Cooper *et al.* (1991). Cabe destacar que una mezcla de taxones representantes de aguas cálidas y frías y formas baltoescandinavas, fue encontrada también por Albanesi y Vaccari (1994), al analizar la conodontofauna arenigiana proveniente del noroeste del Sistema de Famatina; y que la vinculación entre esta región y la Cordillera Oriental durante el Ordovícico Inferior, fue sugerida también a partir del estudio de las faunas de trilobites, debido a que ambas regiones comparten formas endémicas (Vaccari *et al.*, 1993; Vaccari, 1995).

Por último, se destaca la presencia tanto en el área de estudio, como en el borde occidental de la Cordillera Oriental, de especies graptolíticas en común con otras regiones del mundo ubicadas en latitudes intermedias durante el Ordovícico Inferior, como Baltoscandia y la provincia china de Yangtse, lo cual se manifiesta al efectuar el análisis de las afinidades faunísticas de las mismas.

CONCLUSIONES

Se han diferenciado dos asociaciones graptolíticas en la Formación La Alumbraera, aflorante en la quebrada homónima. Estas permiten asignar los tramos medio y superior de la sección relevada, al lapso Arenig basal-Arenig Inferior. Nuevos hallazgos de graptolitos, en otros afloramientos de dicha unidad, permitieran precisar los límites y la extensión de las mismas y definir las biozonas correspondientes.

La asociación graptolítica inferior indica una edad arenig basal (correspondiente al Lancefieldiano 3 de Australia) para el tramo medio de la Formación La Alumbraera. Es posible correlacionarla con la parte basal de la Formación Acoite, aflorante en la quebradas de Agua Blanca (Zona de *Tetragraptus phyllograptoides*) y del río Cajas (Sierra de Aguilar), en el borde occidental de la Cordillera Oriental. Asimismo, se sugiere su equivalencia con la Zona de *T. phyllograptoides* de Suecia y Noruega.

La asociación graptolítica superior permitió establecer una edad arenigiana temprana (bendigoniana) para los niveles superiores de la Formación La Alumbraera. Esto posibilitó su correlación, en sentido amplio, con el tramo inferior de la Formación Acoite (Zona de *Tetragraptus akzharensis*) aflorante en las quebradas de Los Colorados, río Cajas, Agua Chica y Lumara, en el borde occidental de la Cordillera Oriental. Asimismo, se equipara tentativamente con la Zona de *T. akzharensis* del oeste de Terranova.

La mezcla de afinidades atlánticas y pacíficas, junto a especies de distribución restringida, que se observa en el material proveniente del Sistema de Famatina, sugiere la ubicación de esta región en latitudes intermedias. Esto es similar a lo que ocurre en otras áreas, como el borde occidental de la Cordillera Oriental argentina, Baltoscandia y la provincia china de Yangtse, las cuales estuvieron localizadas en latitudes intermedias durante el Ordovícico Inferior.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece el apoyo económico brindado para la realización de este trabajo, por el Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Provincia de Córdoba (CONICOR) y por el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), a través del Subsidio N° 2704/93 y PID N° 3106700/88, respectivamente. Asimismo, manifiesta su agradecimiento a los Dres. Juan Carlos Gutiérrez Marco y Philippe Legrand por sus valiosas sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- Aceñolaza, F. G. 1992. El Sistema Ordovícico de Latinoamérica. In: *Paleozoico Inferior de Ibero-América* (Eds J. C. Gutiérrez Marco, J. Saavedra e I. Rábano). Universidad de Extremadura, 85-118.
- Aceñolaza, F. G. and Baldis, B. 1987. The Ordovician System of South América. *IUGS Publication*, **22**, 26-37.
- Aceñolaza, F. G. y Toselli, A. J. 1988. El Sistema de Famatina: Su interpretación como orógeno de margen activo. *Actas V Congreso Geológico Chileno*, **1**, 55-67.
- Aceñolaza, F. G., Gorustovich, S. y Solís, J. 1976. El Ordovícico del Río La Alumbreira, Departamento Tinogasta, Provincia de Catamarca. *Ameghiniana*, **23**, 269-288.
- Albanesi, G. L. y Vaccari, N. E. 1994. Conodontos del Arenig en la Formación Suri, Sistema del Famatina, Argentina. *Revista Española de Micropaleontología*, **26**, 125-146.
- Astini, R. A. and Benedetto, J. L. 1996. Paleoenvironmental features and basin evolution of a complex volcanic arc region in the pre-andean western Gondwana: the Famatina belt. *III International Symposium on Andean Geodynamics*, St. Melo, Francia, 755-758.
- Astini, R. A., Benedetto, J. L. and Vaccari, N. E. 1995. The Early Paleozoic evolution of the Argentine Precordillera as a Laurentian rifted, drifted, and collided terrane: A geodynamic model. *Geological Society of America Bulletin*, **107**, 253-273.
- Benedetto J. L. and Astini, R. A. 1993. A collisional model for the stratigraphic evolution of the Argentine Precordillera during the Early Paleozoic. *II International Symposium on Andean Geodynamics*, Oxford, 501-504.
- Berry, W. B. N. 1960. Graptolite faunas of the Marathon Region, West Texas. *Bureau Economic Geology*, Texas University Press, **6005**, 1-179.
- Clemens, K. 1993. Sedimentología, proveniencia y desarrollo geotectónico del Sistema de Famatina en el noroeste de Argentina durante el Paleozoico Inferior. *Actas XIII Congreso Geológico Argentino*, **1**, 310-320.
- Cooper, R. A. 1979. Ordovician geology and graptolite faunas of the Aorangi Mine area, North-west Nelson, New Zealand. *New Zealand Geological Survey Paleontological Bulletin*, **47**, 1-127.
- Cooper, R. A. and Fortey, R. A. 1982. The Ordovician graptolites of Spitsbergen. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology*, **36**, 157-302.
- Cooper, R. A. and Lindholm, K. 1985. The phylogenetic relationships of the graptolites *Tetragraptus phyllograptoides* and *Pseudophyllograptus cor*. *Geologiska Föreningens i Stockholm Forhandlingar*, **106**, 279-291.
- Cooper, R. A. and Lindholm, K. 1990. A precise worldwide correlation of early Ordovician graptolite sequences. *Geological Magazine*, **127**, 497-525.
- Cooper, R. A., Fortey, R. A. and Lindholm, K. 1991. Latitudinal and depth zonation of Early Ordovician graptolites. *Lethaia*, **24**, 199-218.
- Cuerda, A., Alfaro, M., Cortés, J. M., Franchi, M. y Menéndez, A. 1992. Graptolites ordovícicos en la sierra de Cajas, Cordillera Oriental de Jujuy, Argentina. *Revista Geológica de Chile*, **19**, 19-35.
- Erdtmann, B. D., Maletz, J. and Gutiérrez Marco, J. C. 1987. The new Early Ordovician (Hunneberg Stage) graptolite genus *Paradelograptus* (Kinnegraptidae), its phylogeny and biostratigraphy. *Paläontologische Zeitschrift*, **61**, 109-131.
- Erdtmann, B. D., Kley, J., Müller, J. and Jacobshagen, V. 1995. Ordovician basin dynamics and new data from the Tarija region, Eastern Cordillera, South Bolivia. Seven International Symposium on the Ordovician System, *Ordovician Odyssey*, 69-73.
- Harrington H. G. and Leanza, A. F. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. *Department of Geology, University of Kansas, Special Publication*, **1**, 1-276.
- Jackson, D. E. and Lenz, A. C. 1962. Zonation of Ordovician and Silurian graptolites of northern Yukon, Canada. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist*, **46**, 30-45.
- Lavandaio, E. 1973. Geología del Cerro Tolar-Cuchilla Negra, Sierra de Famatina, La Rioja *Actas V Congreso Geológico Argentino*, Buenos Aires, **4**, 41-54.
- Lenz, A. C. and Jackson, D. E. 1986. Arenig and Llanvirn graptolite biostratigraphy, Canadian Cordillera. In: *Palaeoecology and Biostratigraphy of Graptolites* (Eds. C. P. Hughes and R. B. Rickards). *Geological Society Special Publications*, **20**, 27-45.
- Lindholm, K. 1991. Hunnebergian graptolites and biostratigraphy in southern Scandinavia. *Lund Publications in Geology*, **95**, 1-36.
- Loss, R. 1951. Contribuciones al conocimiento de las faunas graptolíticas del Norte argentino. I: Graptolites del Cerro San Bernardo (Salta) y zona del dique de La Ciénaga (Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **6**, 21-61.
- Maletz, J. 1994. Pendent didymograptids (Graptoloidea, Dichograptacea). In: *Graptolite Research Today* (Eds. X. Chen, B.-D. Erdtmann and Y. Ni). Nanjing University Press, 27-43.
- Mannheim, R. y Miller, H. 1992. Sistema de Famatina, NW Argentina: acesión de un arco volcánico en el margen occidental del Gondwana en el Paleozoico Inferior. *Publicaciones del Museo de Geología de Extremadura*, **2**, 102-103.
- Mu, E., Ge, M., Chen, X., Ni, Y. and Lin, Y. 1979. Lower Ordovician graptolites of Southwest China. *Palaeontologica Sinica*, **156**, new series B, 1-192.
- Ortega, G. y Rao, R. I. 1995. Nuevos hallazgos de graptolitos (Ordovícico Inferior) en la Sierra de Cajas,

- Departamento Humahuaca, Provincia de Jujuy, Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, Córdoba*, **60**, 293-316.
- Sosa Gómez, J. y Cisterna, C. E. 1994. Sistema de Famatina: Arco magmático heterogéneo durante el paleozoico Inferior. *Serie de Correlación geológica. Resúmenes*, Tucumán, 78-79.
- Toro, B. A. 1992. *Taxonomía, bioestratigrafía y afinidades paleobiogeográficas en base a las graptofaunas ordovícicas del sector occidental de la Cordillera Oriental, provincia de Jujuy, Argentina*. Informe Final Beca de Segundo Nivel. Consejo de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Provincia de Córdoba (CONICOR), 68 pp. (inédito).
- Toro, B. A. 1993. Graptofauna arenigiana de la quebrada del río Cajas (Formación Acoite), provincia de Jujuy, Argentina. *Ameghiniana*, **30**, 69-76.
- Toro, B. A. 1994. *Taxonomía, bioestratigrafía y afinidades paleobiogeográficas en base a las graptofaunas ordovícicas del borde occidental de la Cordillera Oriental, provincia de Jujuy, Argentina*. Tesis Doctoral en Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, 173 pp. (inédito).
- Toro, B. A. 1995. Biostratigraphical paleoenvironmental aspects and paleobiogeographic affinities of the arenigian graptolite fauna from the western flank of Cordillera Oriental, Argentina. *Graptolite News*, **8**, 61-62.
- Toselli, A. J., Rossi de Toselli, J. N., Pellitero, E. y Saavedra, J. 1993. El arco magmático granítico del Paleozoico Inferior del Sistema de Famatina, Argentina. *Actas XII Congreso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, **4**, 7-15.
- Tzaj, D. T. 1974. Early Ordovician graptolites from Kazakhstan. *Izdatelstvo Nauka*, 127 pp.
- Turner, J. C. 1960. Estratigrafía del tramo medio de la Sierra del Famatina y adyacencias (La Rioja). *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias Córdoba*, **42**, 77-126.
- Vaccari, N. E. 1995. Early Ordovician trilobite biogeography of Precordillera and Famatina, western Argentina: Preliminary results. Seven International Symposium on the Ordovician System, *Ordovician Odyssey*, 193-196.
- Vaccari, N. E., Benedetto, J. L., Waisfeld, B. G. y Sánchez, T. M. 1993. La fauna de *Neseuretus* en la Formación Suri (oeste de Argentina): edad y relaciones paleobiogeográficas. *Revista Española de Paleontología*, **8**, 185-190.
- Webby, B. D., Vandenberg, A. H. M., Cooper, R. A., Banks, M. R., Burret, C. F., Henderson, R. A., Clarkson, P. D., Hughes, C. P., Laurie, J., Stait, B., Thomson, M. R. A. and Webers, G. F. 1981. The Ordovician System in Australia, New Zealand and Antarctica. *International Union of Geological Sciences Publication*, **6**, 1-64.
- Williams, S. H. and Stevens, R. K. 1988. Early Ordovician (Arenig) graptolites of the Cow Head Group, western Newfoundland, Canada. *Palaeontographica canadiana*, **5**, 1-167.

Manuscrito recibido: 7 de junio, 1995

Manuscrito aceptado: 17 de noviembre, 1996