

CONODONTES Y GRAPTOLITOS DEL TREMADOCIANO TARDÍO (ORDOVÍCICO) DE LA SIERRA DE ZENTA, CORDILLERA ORIENTAL DE JUJUY, ARGENTINA



GUILLERMO L. ALBANESI^{1,3}, GLADYS ORTEGA^{1,3}, C. RUBÉN MONALDI^{2,3} Y FERNANDO J. ZEBALLO¹

¹Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, CC 1598, X5000JJC, Córdoba, Argentina. galbanes@com.uncor.edu; gcortega@arnet.com.ar; fzeballo@hotmail.com

²Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, Bolivia 5150, A4449XBN, Salta, Argentina. crmonaldi@arnet.com.ar

³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

Resumen. En la Sierra de Zenta, Cordillera Oriental de Jujuy, aflora una potente sucesión psamo-péltica ordovícica con concreciones calcáreas, coquinas y calcarenitas subordinadas, portadora de una importante fauna de conodontes y graptolitos. Las localidades investigadas se ubican en el camino que une el Abra de Zenta con Santa Ana, sobre una amplia estructura anticlinal. En las inmediaciones del Abra de Santa Ana se registran pelitas grises y coquinas con una fauna de conodontes de baja diversidad compuesta por *Acodus apex* n. sp., *Drepanoistodus chucaleznsis* Albanesi y Aceñolaza, y *Drepanoistodus costatus* (Abaimova) referida a la parte inferior de la Zona de *Acodus deltatus* – *Paroistodus proteus*. Se enmienda la diagnosis del género *Acodus*. Por encima de este afloramiento se coleccionó una asociación de graptolitos integrada por *Araneograptus murrayi* (J. Hall), *Kiaerograptus* cf. *K. supremus* Lindholm y *Kiaerograptus?* sp., sugiriendo la Zona de *A. murrayi*. Estas faunas de conodontes y graptolitos indican una edad tremadociana tardía. En otra localidad, al oeste de Santa Ana se hallaron rabdosomas de *Hunnegraptus* cf. *H. novus* (Berry), *Hunnegraptus* spp. y *Paradelograptus* sp., indicadores de la Zona de *Hunnegraptus copiosus* del Tremadociano tardío alto. La sucesión analizada es equivalente a la parte superior de la Formación Santa Rosita, y a la Formación Parcha, en otras áreas de la Cordillera Oriental. Las faunas estudiadas contienen formas endémicas y de distribución geográfica intercontinental. El hallazgo de concentraciones de graptolitos y lingúlidos con evidentes signos de transporte en algunos niveles, indica fondos retrabajados por episodios erosivos en la cuenca.

Palabras clave. Conodontes. Graptolitos. Ordovícico Inferior. Cordillera Oriental. Argentina.

Abstract. LATE TREMADOCIAN (ORDOVICIAN) CONODONT'S AND GRAPTOLITES FROM THE SIERRA DE ZENTA, CORDILLERA ORIENTAL OF JUJUY, ARGENTINA. A thick heterolithic Ordovician succession lies exposed in the Zenta Range of the Cordillera Oriental, Jujuy Province, Argentina. It is mostly siliciclastic with subordinated calcareous concretions, coquinas and calcarenites, and bears a significant conodont and graptolite fauna. The sampled localities are situated on the road running from Abra de Zenta to Santa Ana, within a wide anticline structure. Exposures of gray shales and coquinas near Abra de Santa Ana, yielded a low diversity conodont fauna that includes *Acodus apex* n. sp., *Drepanoistodus chucaleznsis* Albanesi and Aceñolaza, and *Drepanoistodus costatus* (Abaimova), which are referred to the lower part of the *Acodus deltatus* – *Paroistodus proteus* Zone. The diagnosis of the conodont genus *Acodus* is emended. The *A. murrayi* Zone is suggested by a graptolite assemblage including *Araneograptus murrayi* (J. Hall), *Kiaerograptus* cf. *K. supremus* Lindholm and *Kiaerograptus?* sp., which was collected from strata overlying the conodont-bearing levels. These conodont and graptolite faunas indicate a late Tremadocian age. Another locality on the road to Abra de Zenta, west of Santa Ana, contains *Hunnegraptus* cf. *H. novus* (Berry), *Hunnegraptus* spp. and *Paradelograptus* sp., indicating the *Hunnegraptus copiosus* Zone of the latest Tremadocian. The biostratigraphic succession is equivalent to that from the upper part of the Santa Rosita Formation and to the Parcha Formation exposed in other areas of the Eastern Cordillera in northwestern Argentina. The faunas contain elements of wide intercontinental distribution as well as endemic forms. The occurrence of concentrations of graptolites and lingulids showing evidence of transport in some strata indicates bottom reworking by erosive episodes in the basin.

Key words. Conodonts. Graptolites. Lower Ordovician. Cordillera Oriental. Argentina.

EL flanco este de la Cordillera Oriental argentina, entre los 22° y 24°S, está formado por un conjunto de cumbres montañosas con alturas superiores a 4000 msnm, que se disponen aproximadamente alineadas en dirección norte-sur. La Sierra de Zenta es la parte más austral de ese conjunto, que sin un límite definido continúa hacia el norte en la Sierra de Santa Victoria y hacia el sur en las sierras de El Labrado-Zapla.

La Sierra de Zenta presenta extensos afloramientos de ro-

cas neoproterozoicas, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, poco estudiados, en general, en parte por la escasez o el mal estado de las vías de acceso.

El trabajo de Amengual y Zanettini (1973) brinda importante información geológica sobre las comarcas de Cianzo y Caspalá ubicadas al este y sur del Abra de Zenta, indicando la presencia de rocas neoproterozoicas, paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas. Contribuciones posteriores han aportado

valiosa información sobre la geología del área, especialmente en lo referente a la paleontología y bioestratigrafía de las sucesiones paleozoicas, registrándose también información sobre algunas manifestaciones minerales como los yacimientos de fosforitas vinculados a los depósitos ordovícicos (ver más abajo).

El objetivo del presente trabajo es el estudio de las faunas de conodontes y graptolitos halladas en el camino entre el Abra de Zenta y la localidad de Santa Ana (Fig. 1), originalmente citadas por Albanesi *et al.* (2007) y Ortega *et al.* (2007), las cuales aportan información más precisa sobre el Ordovícico Temprano del noroeste argentino. En las proximidades del Abra de Santa Ana fueron localizados niveles de coquinas, parcialmente calcáreos, que brindaron los conodontes estudiados en este trabajo. Sobre el camino que se dirige a Valle Grande y en cortes de la ruta que une el Abra de Zenta con Santa Ana, aproximadamente a 4 km en línea recta de esta última localidad, se coleccionaron restos de graptolitos que se describen por primera vez aquí para la Sierra de Zenta. Estos estratos se correlacionan con los términos cuspidales de la Formación Santa Rosita y unidades equivalentes (*e.g.*, Formación Parcha) expuestas en otras partes de la Cordillera Oriental (Albanesi y Ortega, 2002; Ortega y Albanesi, 2005; Albanesi *et al.*, 2008). La Figura 2 muestra la sucesión de biozonas de conodontes y graptolitos del Tremadociano tardío en el noroeste argentino y las Figuras 3, 4 y 5 ilustran las faunas estudiadas en esta contribución.

Los especímenes fósiles que se investigan en el presente trabajo se encuentran en el repositorio del Museo de Paleontología, Universidad Nacional de Córdoba, bajo las siglas CORD-MP (conodontes) y CORD-PZ (graptolitos).

ANTECEDENTES

Amengual y Zanettini (1973) al estudiar las comarcas de Cianzo y Caspalá, indicaron la presencia de la Formación Puncoviscana (Neoproterozoico/Cámbrico temprano), Grupo Mesón (Cámbrico), Formación Santa Rosita (Cámbrico Superior/Ordovícico Inferior), Formación Lipeón (Silúrico), Formación Baritú (Devónico), grupos Macharetí y Mandiyutí (Carbonífero), Grupo Salta (Mesozoico Superior/Cenozoico) y depósitos cuaternarios. En el citado trabajo se reconoció la presencia de las fallas de Cianzo, Zenta y Pucará de rumbo submeridiano y la de Hornocal de rumbo ENE como estructuras principales. Los depósitos tremadocianos (Formación Santa Rosita) alcanzan espesores de 3000 m según los autores citados.

Estudios más recientes consideran la presencia de una

sucesión post-tremadociana en la Sierra de Zenta, equivalente a la de la Sierra de Zapla de las Sierras Subandinas (Araoz *et al.*, 2008; Aceñolaza *et al.*, 2008). La misma aflora en diversas áreas como el Abra de Zenta, Abra de Santa Ana, Abra Blanca, San Andrés y Laguna Verde, entre otras.

La sucesión ordovícica contiene restos de invertebrados (*e.g.*, trilobites, braquiópodos, bivalvos, graptolitos, equinodermos), icnitas y palinomorfos indicadores de edades que van desde el Tremadociano temprano al Sandbiano. Los trabajos de Araoz y Vergel (2001) y Vergel *et al.* (2002) mencionan una asociación de microplankton marino de ambiente de aguas someras para el Tremadociano temprano del Abra de Zenta, dominada por especies de *Saharidia* Combaz, 1967, y leiosféridos. Aceñolaza y Gutiérrez-Marco (2002) indicaron la presencia de fósiles de equinodermos en la Sierra de Zenta. Aceñolaza *et al.* (2003) estudiaron la estratigrafía de los afloramientos ordovícicos en el Abra de Zenta, referidos por los autores a la parte inferior de la Formación Santa Rosita. En esta investigación se menciona la presencia de trilobites pertenecientes a la Zona de *Kainella meridionalis*, moluscos, trazas fósiles de la icnofacies de *Cruziana* d'Orbigny, 1842 y palinomorfos. Los estratos son referidos al Tremadociano inferior alto a Tremadociano medio, considerando para esta sucesión un ambiente de plataforma externa que se hace más somero hacia el tope de la secuencia. Araoz y Aceñolaza (2004) registraron los primeros palinomorfos del Tremadociano tardío de la Formación Santa Rosita en el Abra de Zenta, mencionando una asociación de baja diversidad.

Más recientemente, Aceñolaza y Milana (2005) dieron a conocer la presencia de un pavimento de *Cruziana* en una secuencia de areniscas y fangolitas de la parte alta del Grupo Santa Victoria en la localidad de Abra Blanca, Sierra de Zenta, considerando una edad ordovícica temprana para dichos estratos. Los icnofósiles fueron referidos al "grupo *rugosa*" (*sensu* Seilacher) por los citados autores. Posteriormente, Aceñolaza *et al.* (2006) analizaron los aspectos tafonómicos de acumulaciones de braquiópodos dentro de trazas de *Cruziana* en la Sierra de Zenta. Heredia y Aceñolaza (2005) registraron en la Sierra de Zenta el conodonte *Trapezognathus diprion* (Lindström, 1955) indicador de la zona homónima que los autores refirieron al Ordovícico Temprano-Medio, asociados a icnofósiles del grupo de *Cruziana rugosa* d'Orbigny, 1842.

Sánchez y Vaccari (2005) identificaron bivalvos del género *Babinka* Barrande, 1881, en niveles ubicados a *c.* 500 m de Santa Ana, sobre la ruta que une esta localidad con el Abra de Zenta. La asociación de este taxón con ejemplares

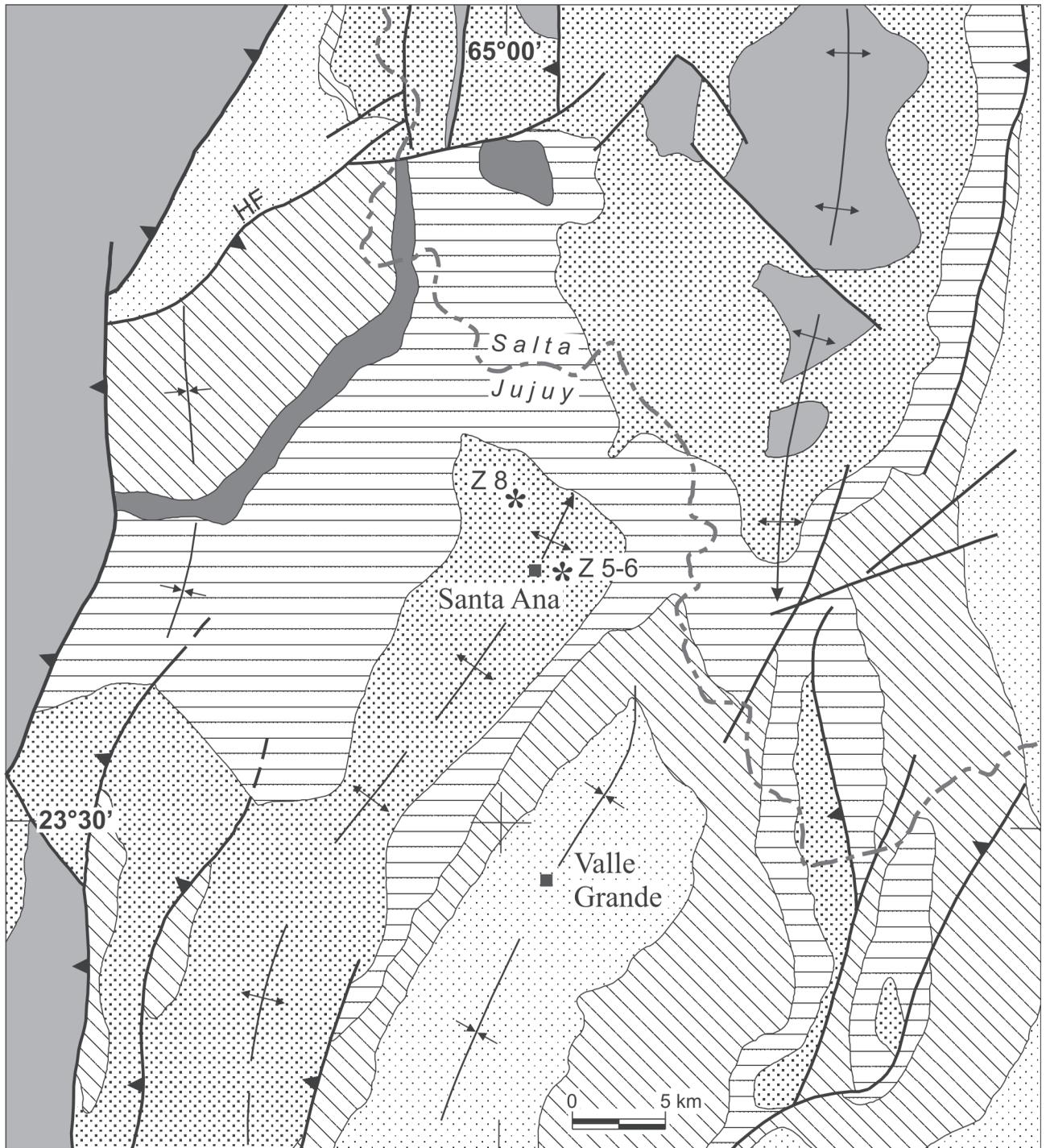


Figura 1. Mapa geológico simplificado de la parte austral de la sierra de Zenta, al sur de la falla Hornocal (HF) (modificado de Amengual *et al.*, 1979). Referencias: 1: Neoproterozoico–Cámbrico Inferior, 2: Cámbrico Superior–Ordovícico, 3: Silúrico–Devónico, 4: Carbonífero, 5: Cretácico, 6: Cenozoico, 7: anticlinal, 8: sinclinal, 9: falla inversa. Los asteriscos (Z5-6, Z8) indican la ubicación de los puntos fosilíferos / *Geologic map from the southern part of Sierra de Zenta, to the south of Hornocal fault (HF) (modified from Amengual et al., 1979). References: 1: Neoproterozoic–Lower Cambrian, 2: Upper Cambrian–Ordovician, 3: Silurian–Devonian, 4: Carboniferous, 5: Cretaceous, 6: Cenozoic, 7: anticline, 8: syncline, 9: reverse fault. Asterisks (Z5-6, Z8) indicate the location of fossiliferous points.*

del género *Thysanopyge* Kayser, 1898, permite inferir una edad tremadociana tardía a floiana equivalente a las zonas de graptolitos de *Araneograptus murrayi* a *Baltograptus deflexus*.

Albanesi et al. (2007) y Ortega et al. (2007) registraron un nivel con *Acodus deltatus* n. ssp. próximo a estratos con *Araneograptus murrayi* (J. Hall, 1865) y *Kiaerograptus supremus* Lindholm, 1991 (*K.* cf. *K. supremus* en este trabajo) en el Abra de Santa Ana, y *Hunnegraptus copiosus* Lindholm, 1991 (*Hunnegraptus* cf. *H. novus* según el presente estudio) en el camino entre el Abra de Zenta y la localidad de Santa Ana. Ambos afloramientos son referidos al Tremadociano superior de acuerdo con los fósiles mencionados. Aceñolaza y Aceñolaza (2007) indicaron la presencia de trazas fósiles de bivalvos en la Formación Labrado, en la Sierra de Zenta.

En investigaciones recientes, Astini (2008) describió la sucesión del Grupo Santa Victoria en Zenta como series rítmicas monótonas, compuestas por intervalos de pelitas y cuñas arenosas correspondientes a sistemas litorales progradantes con actividad de oleaje y tormentas en sus topes.

Aceñolaza et al. (2008) indicaron la presencia de nódulos fosfáticos que constituyen microconglomerados de edad dapingiana y darriwiliana, referidos por los autores a las formaciones Labrado y Capillas expuestas en las cercanías de Santa Ana y entre Doblozno y Laguna Verde. Tortello y Aceñolaza (2010) mencionaron la presencia de *Leptoplastides marianus* (Hoek en Steinman y Hoek, 1912), *Asaphellus catamarcensis* Kobayashi, 1935 y *Kainella* sp. en los afloramientos del Abra de Zenta, refiriendo dicha asociación al Tremadociano inferior.

El trabajo de Araoz et al. (2008) sugiere que las unidades ordovícicas de la Sierra de Zenta son comparables en términos generales con las de la Sierra de Zapla, Sierras Subandinas. Los autores mencionaron para el sector central de la Sierra de Zenta un registro continuo entre las formaciones Zanjón, Labrado, Capillas y Caspalá, cubiertos por la Formación Lipeón de edad silúrica, mientras que para el Abra de Zenta reconocieron una unidad parcialmente equivalente a la Formación Santa Rosita. En el citado trabajo se indica la presencia de afloramientos tremadocianos en las localidades de Abra de Zenta, Santa Ana y Caspalá, de acuerdo con la presencia de la fauna de *Kainella* y el graptolito *Araneograptus murrayi*, y depósitos floianos y dapingianos, en base al registro de *Thysanopyge* y los acritarcos *Eisenackidium orientalis* Rubinstein (en Rubinstein et al., 1999) y *Sriatotherca* spp. El hallazgo de los conodontes *Erismodus* Branson y Mehl, 1933, y *Trapezognathus* Lindström, 1955, en el área de Laguna Verde sugiere una edad darriwiliana a sandbiana para

los estratos portadores. Los autores correlacionaron las secciones estudiadas con el perfil de Los Colorados en el borde occidental de la Cordillera Oriental.

Las manifestaciones de fosforitas alojadas en rocas ordovícicas en la Sierra de Zenta (e.g., Río San Lucas) fueron mencionadas por Chiliguay (2008). Estos depósitos de baja ley están constituidos principalmente por restos de lingúlidos o nódulos fosfáticos siendo considerados de importancia para explotaciones futuras.

MARCO GEOLÓGICO

En la Sierra de Zenta aflora la columna estratigráfica más completa de la Cordillera Oriental, compuesta por sedimentitas clásticas marinas depositadas en el lapso Neoproterozoico–Devónico, y por estratos continentales del Carbonífero, Cretácico y Cenozoico.

Sus características estructurales son complejas, debido a la interferencia de pliegues y fallas con orientaciones variadas: N-S, NE-SW, NW-SE. La falla de Hornocal (Amenigal y Zanettini, 1973), generada durante la apertura del *rift* cretácico (Salfity y Marquillas, 1994), separa áreas con características estructurales y estratigráficas distintas. Al norte de ella predomina el fallamiento, y espesores reducidos de rocas cretácicas de *postrift* (Formación Yacoraite) apoyan sobre rocas ordovícicas; al sur, se intensifica el plegamiento, y rocas cretácicas de *synrift* (Subgrupo Pirgua), de gran espesor, apoyan sobre sedimentitas carboníferas o devónicas (Fig. 1).

La sección ordovícica tiene buenos afloramientos en el Abra de Zenta y en inmediaciones del caserío de Santa Ana. La misma se inicia con cuarcitas y areniscas de color gris blanquecino y estratificación en hombrera (*hummocky cross-stratification*), con intercalaciones de lutitas grises oscuras; hacia arriba continúa una sucesión heterolítica bastante monótona de pelitas y areniscas finas de color gris y gris verdoso. En la parte superior predominan areniscas de color gris claro, que infrayacen en discordancia erosiva a las diamictitas y cuarcitas de la Formación Zapla (Hirnantiano). El espesor total estimado es cercano a los 2500 metros y abarca el intervalo Tremadociano inferior–Hirnantiano, con posibles interrupciones estratigráficas.

En la localidad de Santa Ana las rocas ordovícicas forman el núcleo de un anticlinal, con eje de rumbo NNE, donde no se observa la porción basal. La sucesión aflorante está compuesta por pelitas de color gris verdoso y gris amarillento, con intercalaciones escasas de areniscas grisáceas y estratos lenticulares de coquinas y calcarenitas subordinadas.

En este anticlinal se localizaron tres puntos fosilíferos

(Fig.1) con conodontes (Z5) y graptolitos (Z6 y Z8), cuyas faunas se describen en el presente trabajo. Las dos primeras (Z5 y Z6) se ubican sobre el flanco oriental del anticlinal y la última (Z8) sobre el ala occidental de esta estructura.

La muestra Z5 es una coquina calcárea lenticular de unos 20 cm de espesor con nautiloideos y conodontes, tomada en una senda que sale desde el Abra de Santa Ana hacia el noreste, a unos 100 m del acceso al camino que se dirige a Valle Grande.

La muestra Z6 fue tomada en las proximidades del Abra de Santa Ana, sobre el camino a Valle Grande, está compuesta por limolitas micáceas grises oscuras con pátinas de colores pardo-oscuras, en bancos delgados de 3–10 mm de espesor que intercalan niveles subordinados de areniscas finas grises con alto contenido de valvas de lingúlidos, elementos coniformes, posiblemente atribuibles a larvas de nautiloideos, y restos esporádicos de braquiópodos articulados. Estos fósiles están en general fragmentados, indicando transporte por corrientes en el medio de sedimentación. Las limolitas son portadoras de graptolitos dispersos (rabdosomas adultos fragmentados y juveniles, extremos proximales y estipes) y quitinozoos escasos. Los rabdosomas clasificados corresponden a *Araneograptus murrayi*, escaso en nuestras colecciones, *Kiaerograptus* cf. *K. supremus* y *Kiaerograptus?* sp.

La muestra Z8 fue recolectada unos 4 km al noroeste de Santa Ana, sobre el camino hacia el Abra de Zenta. Está compuesta por limolitas y areniscas finas gris verdosas con concreciones pardo-oscuras de núcleos ligeramente calcáreos. Se trata de verdaderas acumulaciones de graptolitos que en algunos niveles, especialmente en la periferia de los núcleos calcáreos, contienen abundantes lingúlidos. Hay pequeños nódulos ferríferos distribuidos en algunos niveles. Los planos

de estratificación son difíciles de identificar. La graptofauna está representada principalmente por especímenes de *Hunnegraptus* cf. *H. novus* (Berry, 1960), *Hunnegraptus* spp. y *Paradelograptus* sp. Los graptolitos se encuentran frecuentemente orientados, fragmentados y acumulados en grandes cantidades, evidenciando su transporte por corrientes desde otras áreas de la cuenca. La mayor concentración de graptolitos se encuentra en las limolitas y areniscas, mientras que los niveles calcáreos contienen lingúlidos fragmentados.

BIOESTRATIGRAFÍA Y ASPECTOS PALEOAMBIENTALES

Zona de *Acodus deltatus* - *Paroistodus proteus*

La asociación de conodontes recuperada del nivel fosilífero localizado en el Abra de Santa Ana (muestra Z5) es de baja diversidad, incluyendo sólo tres especies, *Acodus apex* n. sp., *Drepanoistodus chucaleznsis* Albanesi y Aceñolaza, 2005, y *Drepanoistodus costatus* (Abaimova, 1971); no obstante, el solapamiento de los rangos de las tres especies registradas restringe la edad al Tremadociano tardío, correspondiente a la Zona de *Acodus deltatus* - *Paroistodus proteus* según Albanesi y Ortega (2002) y Albanesi *et al.* (2008) (Fig. 2). La nueva especie de *Acodus* que aparece en esta biozona fue registrada por primera vez en las cuencas del noroeste argentino por Bultynck y Martin (1982) en la sección de Coquena del área de Purmamarca, Cordillera Oriental de Jujuy, y por Albanesi *et al.* (1997) en la sección del Abra de Sococha del área de Parcha, Cordillera Oriental de Salta. Las formas determinadas por estos autores como correspondientes al complejo específico de *Acodus deltatus* Lindström, 1955 (ver Ortega y Albanesi, 2005, fig. 5: 1–6) representan formas emparentadas con *A. apex* n. sp. y con probable relación filogenética con la especie baltoescandinava *A. deltatus*, si bien estas formas aún no fueron registradas en convivencia en ninguna de las áreas de distribución de los taxones (cf. McTavish, 1973; Stouge y Bagnoli, 1999; Pyle y Barnes, 2002). Aparentemente, *Drepanoistodus chucaleznsis* es una forma endémica, habiendo sido registrada hasta el presente en estratos del Tremadociano inferior alto a superior del noroeste argentino (Albanesi y Aceñolaza, 2005), donde caracteriza a la Provincia Gondwana Suroccidental, que corresponde al Dominio de Aguas Frías en el Reino de Aguas Someras (cf. Zeballo *et al.*, 2008). A diferencia de esta especie, *D. costatus*, presenta una amplia distribución estratigráfica y geográfica, con un rango que ocupa desde el Tremadociano superior al Dariwiliano inferior, en diversas regiones del mundo, como Asia, América del Sur y Australia (Abaimova, 1972; Alba-

SISTEMA	SERIE	PISO	BIOZONAS		CORDILLERA ORIENTAL			
			Graptolitos	Conodontes	Dominio Occidental	Dominio Oriental		
ORDOVICICO INFERIOR	FLO- IANO		<i>T. phyllograptoides</i>			Acoite		
			<i>H. copiosus</i>	<i>Acodus deltatus-Paroistodus proteus</i>		Parcha	San Bernardo	
		<i>Araneograptus murrayi</i>			Discordancia Tumbaya			
	TREMADOCIANO TI2		<i>K. supremus</i>	<i>Paltodus deltifer</i>	<i>P. d. deltifer</i> <i>P. d. pristinus</i>		Saladillo	
			<i>Aorograptus victoriae</i>					Aspero - Humacha
		<i>B. kjerulffi</i>					Floresta - Rupasca	
		<i>Adelograptus</i>						

Figura 2. Cuadro bioestratigráfico del Tremadociano superior del noroeste argentino. El intervalo gris corresponde a las zonas de conodontes y graptolitos analizadas / *Biostratigraphic chart of the upper Tremadocian from northwestern Argentina. The gray interval corresponds to the analyzed conodont and graptolite zones.*

nesi, 1998; Zhen *et al.*, 2003). En la Cordillera Oriental el rango de *Acodus apex* n. sp. se corresponde aproximadamente con el intervalo inferior de la Zona de *Paroistodus proteus*, a juzgar por el registro conjunto que tiene la nueva especie con la epónima de la biozona, ambas registradas en la Quebrada del Tigre, Incahuasi, Quebrada de Incamayo. En razón de que estas formas se encuentran asociadas a *Paltodus deltifer* Lindström, 1955, cuyo rango se extiende hasta la parte inferior de la Zona de *P. proteus* en la región baltoescandinava (Löfgren, 1997), es posible inferir que *A. apex* n. sp. se restringe a la parte inferior de esta biozona. Además, tanto en esta localidad como en la sección de Santa Ana aquí estudiada, en la Cordillera Oriental de Jujuy, *A. apex* n. sp. se encuentra asociado al graptolito *A. murrayi*, registro que permite inferir la parte más baja de la Zona de *P. proteus*, o Subzona de *Drepanoistodus* aff. *amoenus* según el esquema de Löfgren (1994, 1996). Estos datos proporcionan un control fiable que demuestra que la aparición de *A. apex* se produce en el Tremadociano tardío, pero no el más alto. En la sección del Abra de Sococha una forma afín determinada por Ortega y Albanesi (2005) como *Acodus deltatus* sensu lato aún se encuentra asociada a *A. murrayi* pero sin el registro conjunto de *P. deltifer*.

Aparentemente, el rango completo de *A. apex* n. sp. está documentado para la Formación Emanuel del oeste de Australia (= *Acodus deltatus deltatus* sensu McTavish), donde culmina en un registro simultáneo con la aparición de *Acodus longibasis* McTavish, 1973. Esta última especie podría, a su vez, representar la forma ancestral de *Acodus triangularis* Ding en Wang, 1993, cuya distribución estratigráfica se desarrollaría a través del Floiano basal (Zhen *et al.*, 2005). Considerando estos posibles indicadores, el rango de *Acodus apex* n. sp., quedaría acotado dentro del Tremadociano superior.

Lindström (1971) definió originalmente la Zona de *Paroistodus proteus* para la región baltoescandinava, donde está representada por una particular asociación de conodontes (Lindström, 1955). En las islas Británicas este intervalo corresponde a un hiato que causa dificultades prácticas para definir el límite Tremadociano/Arenigiano en el área tipo de Gales (Fortey *et al.*, 2000). A su vez, este límite entre unidades regionales coincidiría con el límite Tremadociano/Floiano de la cronoestratigrafía global (Bergström *et al.*, 2009). De acuerdo a estos últimos autores, en un trabajo que sintetiza los avances más recientes de la Subcomisión Internacional del Sistema Ordovícico (ICS-IUGS), la Zona de *Paroistodus proteus* corresponde a la tercera y más alta división del Piso

Tremadociano (*Stage Slice Tr3*), que incluye la parte más alta de la zona de graptolitos de *Aorograptus victoriae* y las zonas de *Araneograptus murrayi* y *Hunnegraptus copiosus*.

En la Precordillera de San Juan, Argentina, *Paroistodus proteus* (Lindström, 1955) en asociación con *Stiptognathus borealis* (Repetski, 1982) caracterizan la subzona inferior de la Zona de *P. proteus*. La subzona superior de la misma está representada por la aparición conjunta de la especie epónima, *Acodus apex* n. sp. y *Oelandodus elongatus* (Lindström, 1955) en la base de la Formación San Juan (Albanesi, 1998). De acuerdo con los registros discutidos, el rango estratigráfico de *A. apex* n. sp. estaría restringido a la parte alta de la Zona de *P. proteus* en el esquema precordillerano (*cf.* Lehnert, 1995), si bien la documentación existente proviene de la sección del Portezuelo Yanso, Cerro Potrerillo, afectada tectónicamente, donde podría estar suprimida una parte significativa de la información bioestratigráfica.

Acodus deltatus deltatus (Lindström, 1955) aparece ligeramente por debajo del primer registro de *Tetragraptus approximatus* Nicholson, 1873, en el oeste de Terranova (Williams *et al.*, 1994), así como en las localidades de referencia de Suecia (Maletz *et al.*, 1996; Löfgren y Bergström, 2002). El citado graptolito define la primera división del segundo piso del Ordovícico Inferior (Floiano), en el nuevo esquema cronoestratigráfico global (Bergström *et al.*, 2009).

Acodus apex n. sp. fue registrado por Ethington y Clark (1981) bajo el nombre *Acodus deltatus* Lindström en el tramo basal de la Formación Fillmore en el área Ibex de Utah, y por Repetski (1982) como *Acodus deltatus deltatus* Lindström, en el Grupo El Paso de Texas y Nuevo México, en América del Norte. Estos registros fueron formalizados por Ross *et al.* (1997), en cuyo esquema bioestratigráfico para América del Norte tal especie del género *Acodus* Pander, 1856 representa a la Zona de *Acodus deltatus* - *Oneotodus costatus*, donde *A. deltatus* (= *A. apex* n. sp., ver discusión en taxonomía) y *O. costatus* Ethington y Brand, 1981, ocupan la parte media de la Serie Whiterockiana. En una de las interpretaciones más recientes del linaje Acodontidae (Dzik, 1994), Pyle y Barnes (2002) determinaron siete especies distintas del género *Acodus* cuyos registros se suceden a través del intervalo del límite Tremadociano/Floiano en unidades del noreste de Columbia Británica, en Canadá. Entre estas formas no se incluye a *A. apex* n. sp. ni a otras especies documentadas en Australia y China. Aún la especie *A. deltatus* según la determinación de los autores mencionados no corresponde a *A. deltatus* sensu stricto de la región baltoescandinava. Estos registros revelan la rápida diversificación de un género cosmopolita, el cual es

raíz filogenética de las formas con aparatos más complejos que incluyen morfotipos pastinate como elementos posteriores (cf. Stouge y Bagnoli, 1999).

Zona de *Araneograptus murrayi*

El registro de *A. murrayi* en el Abra de Santa Ana (muestra Z6), en asociación con *K. cf. K. supremus* y *Kiaerograptus?* sp. indica la presencia de estratos del Tremadociano superior, posiblemente referibles a la Zona de *A. murrayi*. Su proximidad con niveles portadores de conodontes de la Zona de *A. deltatus*-*P. proteus* refuerza esta idea. La graptofauna está dominada por especímenes de *K. cf. K. supremus* y *Kiaerograptus?* sp., fragmentos de estipes indeterminados y restos escasos de *A. murrayi*, sugiriendo la existencia de la parte basal de la Zona de *A. murrayi*.

Araneograptus murrayi, de amplia distribución mundial, fue citado para el Tremadociano tardío de Escandinavia, América del Norte, el noroeste de Europa (España, Alemania, Francia, Gran Bretaña, Noruega), el norte de África (Marruecos, Mauritania), América del Sur y Australasia (e.g., Gutiérrez-Marco y Aceñolaza, 1987; Lindholm, 1991a, b; Maletz y Egenhoff, 2001; Albanesi et al., 2008). Su biocrón se extiende hasta el Floiano temprano, habiendo sido reconocido en la base de la Zona de *T. approximatus* de Lévis, Québec, localidad tipo de este fósil (Hall, 1865; Maletz, 1997) y en la parte inferior de la Zona de *T. phyllograptoides* de Bolivia (Maletz, 1999; Maletz et al., 1999; Maletz y Egenhoff, 2001).

Lindholm (1991a, b) erigió la Zona de *A. murrayi* de acuerdo con la primera aparición del taxón nominal, en estratos del Tremadociano tardío de Escania (sondeo de Krapperup), en el sur de Suecia. La especie guía está asociada a *K. supremus* en la parte basal de la biozona, *Paradelograptus onubensis* Erdtmann, Maletz y Gutiérrez-Marco, 1987, y didymograptidos. La presencia de *Tetragraptus bulmani* Thomas, 1973 (= *T. longus* Lindholm 1991 de acuerdo a Wi-

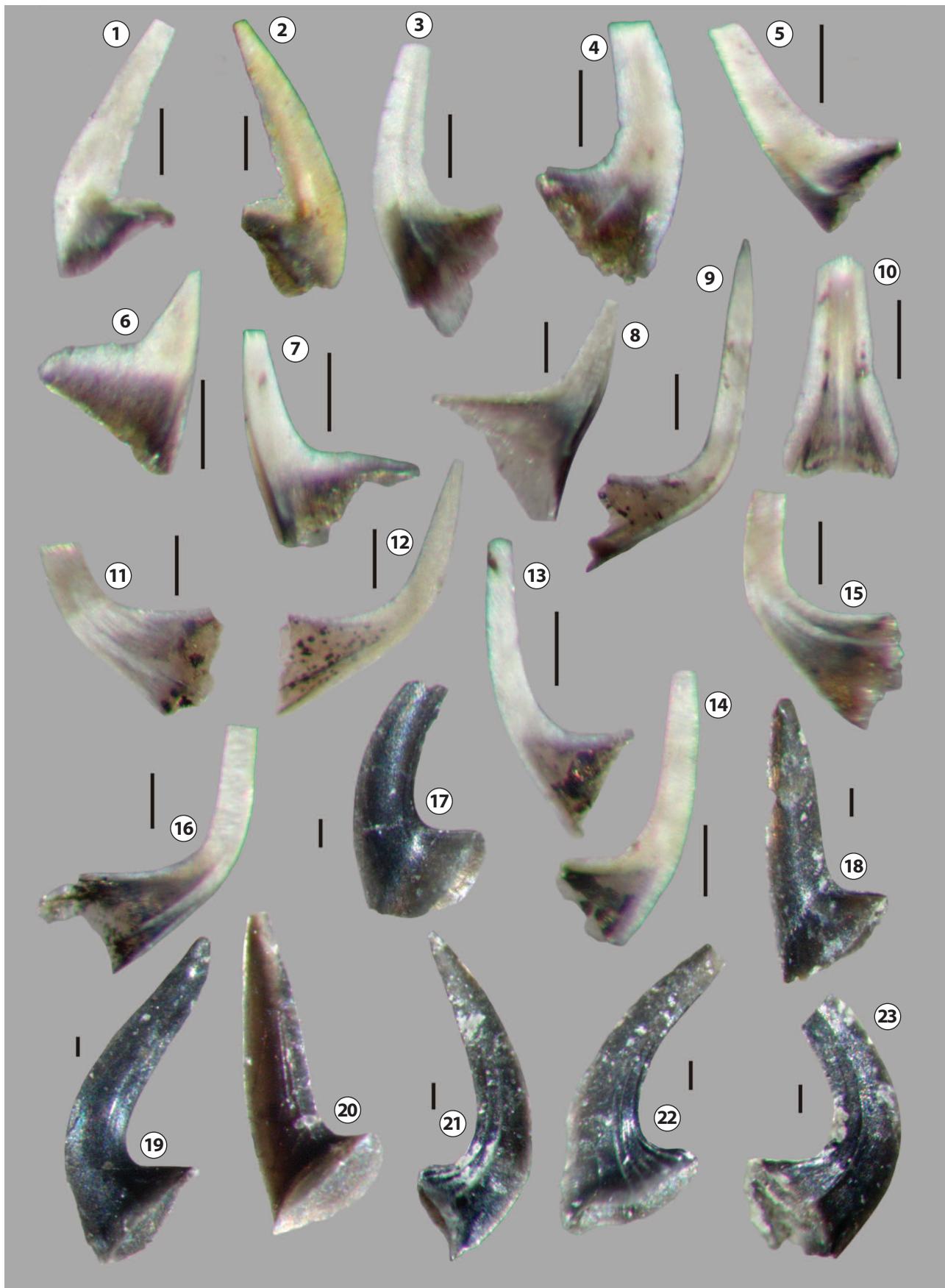
lliams et al., 1999) y *Clonograptus rigidus* (J. Hall, 1858) en esta biozona fue indicada por Maletz y Egenhoff (2001).

En América del Norte, Maletz (1997) identificó la Zona de *A. murrayi* en la Lutita Lévis, Québec, Canadá, indicando la presencia de *Clonograptus magnificus* Pritchard, 1892 y *C. rigidus* además del taxón nominal. Niveles equivalentes pueden reconocerse en la Zona de *Kiaerograptus? pritchardi* erigida en Yukón, Canadá, por Jackson y Lenz (2000, 2003) donde ejemplares de *Araneograptus* spp. [*A. pulchellum* (T.S. Hall, 1899) y *A. cf. macgillivrayi* (T.S. Hall, 1897)] han sido identificados en asociación con la especie guía. Especímenes de *A. murrayi* fueron descritos por Ortega y Suárez Soruco (1994) para la Formación Cieneguillas, Culpina, sur de Bolivia, donde la zona homónima es reconocida por la asociación del fósil guía con *Paradelograptus norvegicus* (Monsen, 1937), *Paradelograptus* sp., *Kiaerograptus supremus* y *Tetragraptus bulmani* (Maletz et al., 1999; Maletz y Egenhoff, 2001). Más recientemente, Pillola et al. (2008) registraron este fósil en coexistencia con *Clonograptus cf. C. multiplex* (Nicholson, 1868), *Clonograptus cf. C. rigidus* y colonias de didymograptidos en Piscina Morta, Fluminimaggiore en el suroeste de Cerdeña, Italia.

En Asia, *A. murrayi* fue descrito para la Formación Gaoqiao, Ziyang, de la región de Yangtze al sur de China (Mu et al., 1982), y la Zona de *A. murrayi* ha sido documentada en la parte superior de la Formación Yinzhubu y en la porción basal de la Formación Ningkuo en Nanba, provincia de Hunan, parte norte de la región de facies de talud de Jiangnan (Feng et al., 2007, 2009).

En el noroeste argentino, *A. murrayi* fue identificado como *Dictyonema yaconense* por Turner (1960), en estratos floianos del río Potrero Castillo, Yacones, río Santa Victoria y Trigo Huaico, en la Cordillera Oriental de Salta (Gutiérrez-Marco y Aceñolaza, 1987). Otros hallazgos de este fósil fueron citados para la Sierra de Aguilar (Alonso et al., 1982; Martín et al., 1987) y área del Cerro Gólgota, al sur de Par-

Figura 3. Conodontes de la Zona de *Acodus deltatus*-*Parioistodus proteus*, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental, provincia de Jujuy. **1-16**, *Acodus apex* n. sp. **1-2**, elementos M, CORD-MP 15950/1-2; **3-4**, elementos Pa, CORD-MP 15951/1-2; **5-8**, elementos Pb, CORD-MP 15952/1-3, 15959/1; **9-10**, elementos Sa, CORD-MP 15953/1-2; **11-12**, elementos Sb, CORD-MP 15954/1-2; **13-14**, elementos Sc, CORD-MP 15955/1-2; **15-16**, elementos Sd, CORD-MP 15956/1-2; **17-19**, *Drepanoistodus chucaleznsis* Albanesi y Aceñolaza. **17**, elemento P; **18**, elemento Sa; **19**, elemento Sb, CORD-MP15957/1-3; **20-23**, *Drepanoistodus costatus* (Abaimova). **20**, elemento Sa; **21**, elemento Sb; **22**, elemento Sc; **23**, elemento Sd, CORD-MP 15958/1-4. Todas las vistas son laterales externas excepto 10, vista posterior; 13-15, 19, 22, vistas laterales internas. 1-2, 4-7, 9-16, material procedente del área de Incahuasi, Cordillera Oriental, provincia de Salta; 3, 8, 17-23, material procedente del abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental, provincia de Jujuy. Escala gráfica: 0,1 mm / Conodonts from the *Acodus deltatus*-*Parioistodus proteus* Zone, Sierra de Zenta, Eastern Cordillera, Jujuy Province. **1-16**, *Acodus apex* n. sp. **1-2**, M elements, CORD-MP 15950/1-2; **3-4**, Pa elements, CORD-MP 15951/1-2; **5-8**, Pb elements, CORD-MP 15952/1-3, 15959/1; **9-10**, Sa elements, CORD-MP 15953/1-2; **11-12**, Sb elements, CORD-MP 15954/1-2; **13-14**, Sc elements, CORD-MP 15955/1-2; **15-16**, Sd elements, CORD-MP 15956/1-2; **17-19**, *Drepanoistodus chucaleznsis* Albanesi and Aceñolaza. **17**, P element; **18**, Sa element; **19**, Sb element, CORD-MP15957/1-3; **20-23**, *Drepanoistodus costatus* (Abaimova). **20**, Sa element; **21**, Sb element; **22**, Sc element; **23**, Sd element, CORD-MP 15958/1-4. All outer-lateral views except 10, posterior view; 13-15, 19, 22, inner-lateral views. 1-2, 4-7, 9-16, material from the Incahuasi area, Eastern Cordillera, Salta Pvince; 3, 8, 17-23, material from Abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Eastern Cordillera, Jujuy Province. Scale bar: 0,1 mm.



cha (Sandruss, 1974) en la Cordillera Oriental de Jujuy y Salta, respectivamente, y en la secuencia volcanoclástica de la Formación Tolillar, al sur del Salar de Pocitos en la Puna austral (Zimmermann *et al.*, 1999). Ortega y Albanesi (2002, 2003, 2005) indicaron la presencia de la Zona de *A. murrayi* del Tremadociano tardío, definida por la asociación del taxón nominal, *Paradelograptus* spp. y posibles didymograptidos, en la parte basal de la Formación Parcha expuesta en el Abra de Sococha, próxima al caserío de Pascha, Cordillera Oriental de Salta. Toro y Brussa (2003) ilustraron rabdosomeas de esta especie procedentes de la Cordillera Oriental, indicando su distribución en Argentina. Monteros (2005) registró *A. murrayi* en la Formación San Bernardo, Sierra de Mojotoro, Cordillera Oriental, donde el taxón se localiza desde la Zona de *Aorograptus victoriae* (Tremadociano tardío) hasta la Zona de *Baltograptus deflexus* (Floiano temprano) del esquema bioestratigráfico propuesto por este autor.

Zona de *Hunnegraptus copiosus*

El registro de *H. cf. H. novus* (Berry, 1960) en un afloramiento de pelitas y areniscas ubicado en el flanco occidental del anticlinal de Santa Ana (Z8), sobre el camino que une el Abra de Zenta y la localidad de Santa Ana, sugiere la presencia de la Zona de *H. copiosus* en la Sierra de Zenta, la más alta del Tremadociano tardío. La fauna está integrada por *H. cf. H. novus*, *Hunnegraptus* sp. 1, *Hunnegraptus?* sp. 2 y escasos especímenes de *Paradelograptus*. La frecuencia de fragmentos

de estipes orientados en esta muestra indica transporte desde otras partes de la cuenca. También se registran, aunque en menor proporción, sículas, extremos proximales y rabdosomeas juveniles. Ocasionalmente, algunos estipes muestran bifurcaciones.

La Zona de *H. copiosus*, fue definida en el sur de Suecia (Monte Hunneberg y sondeo de Krapperep) y en la región de Oslo (Noruega) por Lindholm (1991a, b) y constituye la última zona de graptolitos del Tremadociano tardío de Escandinavia. La misma se reconoce por la primera aparición del taxón nominal y precede la entrada de la fauna de *Tetragraptus approximatus* Hall y *T. phyllograptoides* Strandmark, 1901, de la base del Floiano (Zona de *T. approximatus*). De acuerdo a Lindholm (1991a, b), *H. copiosus* está asociado con *A. murrayi*, *Tetragraptus longus* Lindholm (= *Tetragraptus bulmani* Thomas *sensu* Maletz y Egenhoff, 2001), didymograptidos, clonograptidos, posibles isograptidos y varias especies del género *Paradelograptus* Erdtmann, Maletz y Gutiérrez-Marco, 1987: *P. onubensis*, *P. antiquus* (T.S. Hall, 1899), *P. pritchardi* (T.S. Hall, 1899), y *P. cf. rarus* (Harris y Thomas, 1838). *Paradelograptus elongatus* Lindholm, 1991, y *P. tenuis* Lindholm, 1991, dos taxones hallados en esta biozona (Lindholm 1991b), fueron considerados posteriormente como rabdosomeas juveniles de *P. norvegicus* por Maletz y Egenhoff (2001) al igual que *Hunnegraptus tjernwiki* Lindholm, 1991, y *H. robustus* Lindholm, 1991, que los citados autores consideraron formas juveniles y gerontes de la especie *H. copiosus*.

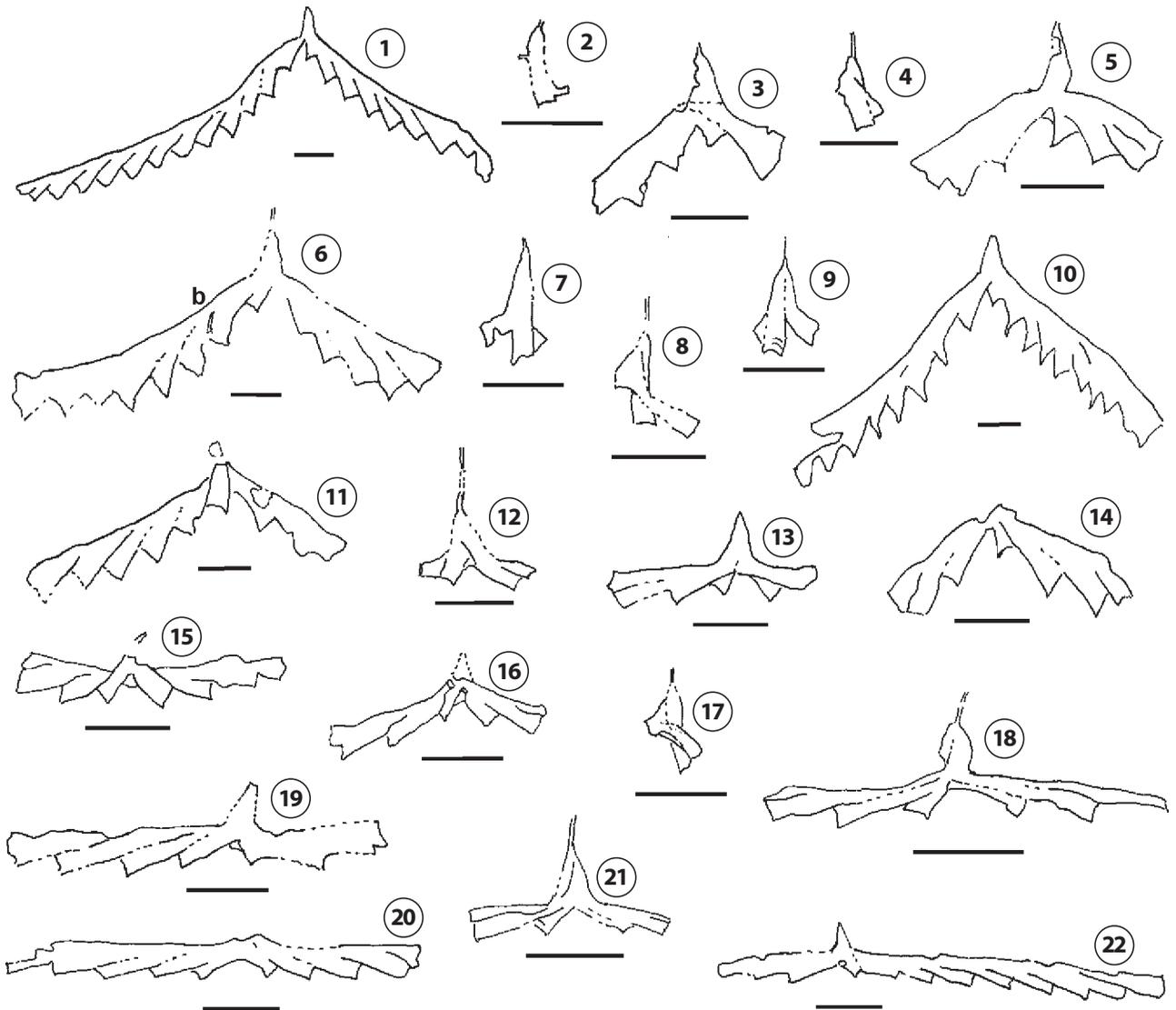
Figura 4. Graptolitos del Tremadociano tardío, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental, provincia de Jujuy. **1, 5-6, 10-11, 14, *Kiaerograptus cf. K. supremus*** Lindholm. **1**, rabdosomea maduro, CORD-PZ 25439; **5**, fragmento proximal de colonia, CORD-PZ 25415-2; **6**, colonia madura mostrando vestigios de posibles bitecas (b) sobre uno de los estipes, CORD-PZ 25415; **10**, colonia madura rota en su parte distal, CORD-PZ 25411; **11**, porción proximal de rabdosomea en vista anversa mostrando vestigios de posible biteca sicular, CORD-PZ 25413; **14**, fragmento proximal de rabdosomea, CORD-PZ 25421; **2, *Paradelograptus* sp.**, sícula y parte inicial de t¹ y t², CORD-PZ 25475; **3, 7, 9, *Kiaerograptus?* sp.**; **3**, parte proximal de rabdosomea en reverso con canal de cruce de la t², CORD-PZ 25420; **7**, sícula en anverso con t¹ y porción inicial de t², CORD-PZ 25438; **9**, sícula con las dos primeras tecas y nema corto, CORD-PZ 25415-1; **4, 8, 12, 17-18, 21, *Hunnegraptus?* sp. 2.**; **4**, sícula con primeros brotes, CORD-PZ 25446-2; **8**, sícula con t¹ rota y canales de cruce de t² y t², CORD-PZ 25442-2; **12**, extremo proximal en vista anversa mostrando sícula con nema, apertura de biteca sicular y los primeros brotes, CORD-PZ 25442-3; **17**, sícula con los dos primeros brotes incompletos, CORD-PZ 25442-4; **18**, parte proximal de colonia conservada en vista reversa, CORD-PZ 25440-1; **21**, sícula y primeros brotes en vista reversa, CORD-PZ 25440-2; **13, 15, 19, *Hunnegraptus cf. H. novus*** (Berry); **13**, porción proximal de rabdosomea en vista reversa, CORD-PZ 25453 A; **15**, colonia con ramas ligeramente reclinados en vista anversa mostrando biteca sicular, CORD-PZ 25444; **19**, rabdosomea horizontal en vista anversa, CORD-PZ 25443; **16, 20, 22, *Hunnegraptus* sp. 1**; **16**, extremo proximal de rabdosomea incompleto en vista anversa, CORD-PZ 25440-4; **20**, colonia con ápice sicular truncado, CORD-PZ 25471 B; **22**, rabdosomea incompleto en vista anversa, CORD-PZ 25472. **1, 3, 5-7, 9-11, 14** corresponden a la Zona de *A. murrayi*. **2, 4, 8, 12-13, 15-22** corresponden a la Zona de *H. copiosus*. Escala gráfica: 1 mm / Graptolites from the late Tremadocian, Sierra de Zenta, Eastern Cordillera, Jujuy Province. **1, 5-6, 10-11, 14, *Kiaerograptus cf. K. supremus*** Lindholm. **1**, mature rhabdosome, CORD-PZ 25439; **5**, proximal colonial remain, CORD-PZ 25415-2; **6**, mature colony showing a probably remain of bitecae (b) on one stipe, CORD-PZ 25415; **10**, mature colony broken at its distal part, CORD-PZ 25411; **11**, proximal part of a rhabdosome in obverse view showing remains of probably sicular biteca, CORD-PZ 25413; **14**, proximal fragment of rhabdosome, CORD-PZ 25421; **2, *Paradelograptus* sp.**, sicula and initial part of t¹ and t², CORD-PZ 25475; **3, 7, 9, *Kiaerograptus?* sp.**; **3**, proximal part of rhabdosome in reverse view with crossing canal of t², CORD-PZ 25420; **7**, sicula in obverse view with t¹ and initial part of t², CORD-PZ 25438; **9**, sicula with two first thecae and short nema, CORD-PZ 25415-1; **4, 8, 12, 17-18, 21, *Hunnegraptus?* sp. 2.**; **4**, sicula with early buds, CORD-PZ 25446-2; **8**, sicula with t¹ broken and crossing canals of t² and t², CORD-PZ 25442-2; **12**, proximal end in obverse view showing sicula with nema, aperture of sicular biteca and early buds, CORD-PZ 25442-3; **17**, sicula with first two buds incomplete, CORD-PZ 25442-4; **18**, proximal part of colony in reverse view, CORD-PZ 25440-1; **21**, sicula and first buds in reverse view, CORD-PZ 25440-2; **13, 15, 19, *Hunnegraptus cf. H. novus*** (Berry); **13**, proximal part of rhabdosome in reverse view, CORD-PZ 25453 A; **15**, colony with branches slightly reclined in obverse view showing sicular biteca, CORD-PZ 25444; **19**, horizontal rhabdosome in obverse view, CORD-PZ 25443; **16, 20, 22, *Hunnegraptus* sp. 1**; **16**, proximal end of incomplete rhabdosome in obverse view, CORD-PZ 25440-4; **20**, colony with sicular apex truncated, CORD-PZ 25471 B; **22**, incomplete rhabdosome in obverse view, CORD-PZ 25472. **1, 3, 5-7, 9-11, 14** correspond to the *A. murrayi* Zone. **2, 4, 8, 12-13, 15-22** correspond to the *H. copiosus* Zone. Scale bar: 1 mm.

A partir del trabajo de Lindholm, *H. copiosus* ha sido identificado en varias regiones fuera del área báltica probando su importancia como fósil guía en la correlación intercontinental. Robardet *et al.* (1998) reconocieron la presencia de *H. aff. copiosus* en la Lutita Barriga, al norte de la provincia de Huelva, España. La Zona de *H. copiosus* ha sido identificada en las secciones de Culpina y Cieneguillas del sur de Bolivia (Maletz *et al.*, 1999; Maletz y Egenhof, 2001; Egenhoff *et al.*, 2004), en la Formación Dumugol de Corea (Kim *et al.*, 2005) y en los montes Taurides Centrales, Turquía (Sachanski *et al.*, 2006). En América del Norte esta biozona se registró en la sección de Marathon, Texas, donde está representada por *H. novus* (Maletz, 2006). Especímenes de *H. copiosus* han sido descritos para la parte basal de la Zona de *Paradelograptus kinnegraptoides* del norte de Yukón,

Canadá (Jackson y Lenz, 2003), indicando su correlación con la Zona de *H. copiosus* de Escandinavia.

En China, Wang y Wang (2001) erigieron la Zona de *Hunnegraptus copiosus-Clonograptus* s. s. en la sección de Daping en Gulin, considerándola equivalente a las zonas de *H. copiosus* y de *Araneograptus murrayi-A. pulchellus* del esquema propuesto por Cooper (1999). Posteriormente, Zhang *et al.* (2004) indicaron la presencia de la Zona de *H. copiosus* en base al hallazgo de *H. novus* y *Hunnegraptus* sp. en la sección de Nayangqing, Gulin, y Feng *et al.* (2009) definieron la zona en Nanba en la provincia de Hunan del sur de China, de acuerdo con el FAD de la especie nominal, una forma poco frecuente en la biozona, y la presencia de *Paradelograptus antiquus*, *P. onubensis* y *K. pritchardi*.

En Argentina la Zona de *H. copiosus* fue registrada en la



Formación Parcha, expuesta en el Abra de Sococha y faldeo oriental de la Quebrada de Incamayo, en la Cordillera Oriental de Salta (Ortega y Albanesi, 2002, 2003, 2005). Además del fósil de zona se menciona la presencia de *Paradelograptus onubensis*, *P. rallus* Jackson y Lenz, 2000, *Paradelograptus* spp., *Hunnegraptus novus* y *Tetragraptus* sp. La graptofauna está asociada a trilobites de la fauna de *Thysanopyge argentina* y conodontes de la Zona de *Acodus deltatus - Paroistodus proteus*. Toro y Brussa (2003) y Toro *et al.* (2010) describieron especímenes de *H. copiosus* procedentes del área de Parcha, asignándolos a la biozona homónima. En el último de estos trabajos se reconocen acritarcas correspondientes a la asociación de *messauoudensis-trifidum* y quitinozoos vinculados a la graptofauna.

Benedetto *et al.* (2002) citaron una asociación computada por *H. copiosus*, *Tetragraptus* sp. y *Paradelograptus* sp. en la parte cuspidal de la Formación Chiquero expuesta al este de Huancar, en la Puna Oriental de Jujuy, referible a la Zona de *H. copiosus*.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Conodontes

Orden PROTOPANDERODONTIDA Sweet, 1988

Familia DREPANOISTODONTIDAE Fähræus y Nowlan, 1978

Género *Drepanoistodus* Lindström, 1971

Especie tipo. *Oistodus forceps* Lindström, 1955; designación original.

Drepanoistodus chucaleznsensis Albanesi y Aceñolaza, 2005

Figura 3.17–19

2005. *Drepanoistodus chucaleznsensis* Albanesi y Aceñolaza, p. 301–302, figs. 4.A–F.

2008. *Drepanoistodus chucaleznsensis* Albanesi y Aceñolaza; Zebaló *et al.*, fig. 4.21.

Material y procedencia. Cinco P, 2 Sa, 2 Sb, 1 Sc. CORD-MP 15957/1–10. Abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental de Jujuy.

Observaciones. Albanesi y Aceñolaza (2005) describieron a esta especie procedente de estratos de edad tremadociana media (Zona de *Paltodus deltifer*, Subzona de *P. d. pristinus*), en el Angosto de Chucalezna, Cordillera Oriental de Jujuy. Los elementos que se ilustran en este trabajo concuerdan con la descripción original. Nuestra colección incluye elementos lisos, con cúspides largas, y el morfotipo diagnóstico P no geniculado. Los mismos tienen una edad más joven que la referida por los autores citados, por lo que el rango de este taxón alcanzaría al menos la parte baja de la Zona de *Acodus deltatus-Paroistodus*

proteus. A diferencia del material registrado en su localidad tipo, los elementos recuperados en la Sierra de Zenta presentan costillas débiles en algunos elementos adultos, carácter ornamental que puede representar una variabilidad intraespecífica o ligeras variaciones anagenéticas en la línea evolutiva de la especie.

Drepanoistodus costatus (Abaimova, 1971)

Figura 3.20–23

1971. *Drepanodus costatus* Abaimova, p. 490, pl. 10, fig. 6, fig-texto 3.

1994. *Drepanoistodus pitjanti* Cooper; Rao *et al.*, p. 67, 68, lám. 1, figs. 5, 8, 10–12 y lám. 5, figs. 1, 3–6.

1998. *Drepanoistodus pitjanti* Cooper; Albanesi, p. 136, 137, lám. 4, figs. 1–7, fig.-texto 16.

2003. *Drepanoistodus costatus* (Abaimova); Zhen *et al.*, p. 191, 194, figs. 15A–R (*cum syn.*).

Material y procedencia. Tres Sa, 9 Sb, 11 Sc, 11 Sd. CORD-MP 15958/1–34. Abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental de Jujuy.

Observaciones. Se recuperaron elementos robustos, con un número variable de costillas, ya sea en uno o en ambos flancos. La inclinación de las cúspides varía desde erecta (morfortipo Sa) a recurvada (Sb, Sc y Sd). El morfortipo M fue descrito por Albanesi (1998) para las colecciones de la Precordillera Argentina y por Zhen *et al.* (2003) para el sureste de Australia. La colección estudiada no incluye este morfortipo, probablemente a causa de su reducido tamaño.

Discusión. La morfología general de los elementos es similar a la de *D. chucaleznsensis* a excepción de las costillas prominentes que caracterizan a *D. costatus* en todos sus morfortipos.

Orden PRIONIODONTIDA Dzik, 1976

Familia PRIONIODONTIDAE Bassler, 1925

Género *Acodus* Pander, 1856

Especie tipo. *Acodus erectus* Pander, 1856; designación original.

Diagnosis enmendada. Aparato multielemental compuesto por siete morfortipos. En este diseño el morfortipo de posición Pb es ocupado por un elemento de tipo gothodiforme. Los restantes morfortipos son: Pa, pastinate (acodiformes/prioniodiformes); serie S, coniformes/ramiformes, que portan hasta cuatro procesos, y M, oistodiforme no geniculado, generalmente no denticulados.

Emended diagnosis. *Multielement apparatus composed by seven morphotypes. In this structure the morphotype at the Pb position is a gothodiform element. The other morphotypes are as follows: Pa, pastinate (acodiform/prioniodiform); S series, coniform/branching, with up to four processes; M, oistodiform, non-geniculate, generally non-denticulated.*

Discusión. McTavish (1973) indicó la presencia de 7 morfo-

tipos (con 2 tipos prioniodiformes) en su colección de Australia, si bien no formalizó una diagnosis enmendada. Este autor distinguió subespecies de *Acodus deltatus* aunque ninguna de éstas se corresponde con la especie original descrita por Lindström (1955), por lo que se desestima el uso de subespecies. En el catálogo de conodontes (Ziegler, 1977), Lindström revisó la diagnosis del género para incorporar el morfotipo oistodiforme (= *Oistodus linguatus* Lindström, 1955) y señaló la eventual presencia de denticulación en los procesos. Kennedy (1980) creó el género *Diaphorodus* para incluir elementos álbidos, sin denticulación, y quillas pobremente desarrolladas; a su vez consideró al género *Acodus* como *nomen dubium* debido a que su especie tipo no ha sido descrita con certeza y el holotipo de la misma está irremediamente perdido (criterio seguido por Sweet, 1988). Siguiendo el criterio de prioridad nomenclatural, Ji y Barnes (1994) consideraron a *Diaphorodus* y *Tropodus* Kennedy como sinónimos *junior* de *Acodus*, asumiendo una arquitectura y morfología similar para sus aparatos multielementales. Por su parte, Stouge y Bagnoli (1999) diferenciaron los linajes Prioniodontoidea y Balognathoidea cuyos representantes más antiguos serían *Diaphorodus* y "*Acodus*" *deltatus*, respectivamente, a partir de un ancestro común. Estos autores rechazaron la asignación de McTavish (1973), Ethington y Clark (1981) y Repetski (1982) a *Acodus deltatus*, considerando estas formas como pertenecientes a *Diaphorodus*. El criterio seguido aquí es que las formas descritas por los autores citados pertenecen a *Acodus*, aunque no estrictamente a la especie a *A. deltatus*. Si bien el plan estructural de *Acodus* es semejante al de *Diaphorodus*, la diferencia entre estos taxones sería el desarrollo diferencial en el tamaño de las quillas, según la diagnosis original de Kennedy (1980). Más aún, *Diaphorodus* difiere de *Acodus* en que su morfotipo Sa puede presentar un mayor número de quillas y en el carácter geniculado que pueden presentar todos sus morfotipos (Stouge y Bagnoli, 1988; Albanesi, 1998). La extensión variable de las costillas o quillas se encuentra tanto en las distintas especies del género *Diaphorodus* como en las de *Acodus*, por lo que este carácter no es diagnóstico a nivel genérico. Los géneros *Triangulodus* van Wamel, *Tripodus* Bradshaw y *Tropodus* Kennedy, que también fueron comparados o transferidos a la sinonimia de *Acodus* por diversos autores (ver discusión en Zhen et al., 2005), verifican distintos planes estructurales de aparatos, lo cual permite mantener sus respectivas identidades taxonómicas (Albanesi, 1998).

***Acodus apex* n. sp.** Albanesi y Zeballo

Figura 3.1–16

1970. *Distacodus rhombicus* Lindström; Barnes y Tuke, p. 84, lám. 19, figs. 1, 4, fig. 6H.
1970. *Oistodus "triangularis"* Lindström; Barnes y Tuke, p. 89, lám. 20, figs. 11, 13, 14.
1973. *Acodus deltatus deltatus* Lindström; McTavish, p. 39–40, lám. 1, figs. 1–9, 12–14; figs. 3 p–c.
1973. *Acodus tetrahedron* Lindström; McTavish, p. 41, lám. 3, figs. 23 (solamente).
- 1978 ?*Prioniodus* cf. *P. deltatus* (Lindström); Tipnis, Chatterton y Ludvigsen, lám. 2, figs. 25, 28.
- 1981 ?*Acodus* sp. 3 Ethington y Clark, p. 22, lám. 1, figs. 22, 23 (= elementos Sd y Sa); fig. 8.
1981. *Acodus deltatus* Lindström; Ethington y Clark, p. 18–19, lám. 1, figs. 1–6 y fig. 4.
1982. *Acodus deltatus deltatus* Lindström; Repetski, p. 12, pl. 2, figs. 1–6. *aff.*
1982. *Acodus* aff. *A. deltatus* Lindström; Bultynck y Martin, p. 7–8, lám. 1, figs. 4–5.
- ?1993. *Acodus* aff. *deltatus* Löfgren, p. 12, fig. 8b.
1994. *Tropodus* sp.; Rao et al., p. 75, lám. 2, fig. 4 y lám. 5, fig. 7 (= elemento Sd).
1995. *Acodus?* *deltatus* Lindström; Lehnert, p. 68, lám. 3, figs. 1, 3–5, 8 (en parte).
1998. *Acodus deltatus* Lindström; Albanesi, p. 146, lám. 1, figs. 1–5. *aff.*
2005. *Acodus deltatus* Lindström *sensu lato*; Ortega y Albanesi, p. fig. 5, 1–6.

Derivación del nombre. Del Latín *apex* = punta, ápice, pico. En alusión a la cúspide conspicua que presentan todos los morfotipos.

Localidad tipo y estratipo. Abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental, provincia de Jujuy, c. 100 m al NE del acceso al camino a Valle Grande, nivel Z5, en el Abra de Santa Ana.

Holotipo. Elemento Pa, Figura 3.3 (nivel Z5 de localidad y estratotipo), CORD-MP 15951/1.

Material y procedencia. 61 M, 2 M?, 53 Pa, 1 Pa?, 40 Pb, 34 Sa, 51 Sb, 30 Sc, 49 Sd (Incahuasi). 6 M, 5 Pa, 3 Pb, 4 Sd (Zenta). CORD-MP 15950–56/1–339. Abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental de Jujuy y área de Incahuasi (nivel C3), Quebrada de Incamayo, Cordillera Oriental de Salta.

Diagnosis. Aparato septimembrado con elementos pequeños, de paredes delgadas que permiten translucir la cavidad basal. Está constituido por elementos Pa y Pb pastinate (acodiforme y gothodiforme, respectivamente), Sa tricostate simétrico (alate, triconodeliforme), Sb tricostate asimétrico, Sc bicostate (drepanodiforme), Sd tetracostate asimétrico (distacodiforme) y M makellate (oistodiforme). El morfotipo diagnóstico Pb presenta el margen anterior casi recto, la cúspide posee una longitud mayor que el margen oral y es proclinada.

Diagnosis. *Septimembrate apparatus with small elements, the thin walls of the crown allow for the translucency of the basal cavity. It includes pastinate in the Pa (acordiform) and Pb (gothodiform) positions, Sa alate (trichonodelliform) element, Sb tricostate asymmetrical element, Sc bicostate (drepanodiform) element, Sd tetracostate asymmetrical (distacodiform) element and M makellate (oistodiform) element. The diagnostic Pb element presents the anterior margin almost straight. The length of the cusp is longer than that of the oral margin and it is proclined.*

Descripción. Todos los elementos presentan los márgenes anterior y posterior aquillados, adenticulados, cúspides más largas que el margen oral o proceso posterior y cavidad basal amplia y profunda. La materia blanca se dispone en la cúspide de manera difusa.

Morfotipo Pa: margen anterior suavemente convexo, cúspide erecta, recorrida por una costilla en posición lateral media que termina en el margen aboral, dándole al contorno de la base un perfil de triángulo isósceles de lados deprimidos cuya base la forma el flanco interno.

Morfotipo Pb: margen anterior recto y cúspide proclinada. Una costilla antero-lateral recorre la cúspide hasta el margen aboral, de manera que el plano que forma con el margen anterior es casi perpendicular al proceso posterior. Éste último varía en longitud y el ángulo que forma con el margen posterior de la cúspide forma un ángulo de entre 120° y 150°. El contorno de la base es un triángulo aproxi-

madamente isósceles cuya base la conforman el margen anterior y la costilla antero-lateral.

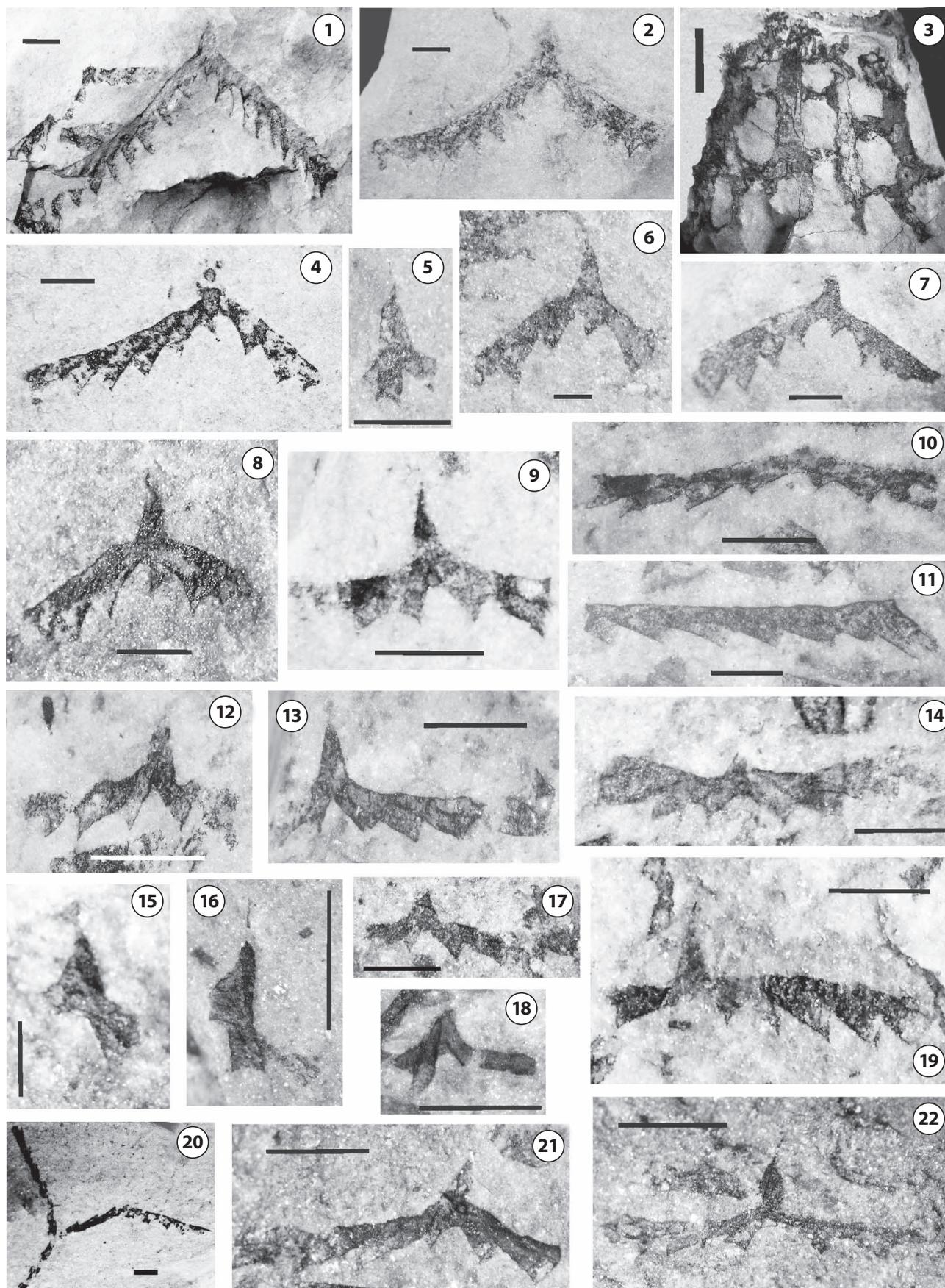
Morfotipo Sa: el elemento presenta simetría bilateral, la cúspide es proclinada a suberecta, y está recorrida por dos procesos laterales que delimitan un flanco anterior convexo. En algunos ejemplares estos procesos laterales son aquillados y curvados hacia posterior. El proceso posterior es largo en relación a la longitud de la cúspide y el contorno de la base es un triángulo equilátero.

Morfotipo Sb: este morfotipo es similar al Sc, del cual se distingue por poseer una costilla en su flanco externo, próxima al margen anterior. La cúspide es proclinada. La longitud del margen oral es aproximadamente igual a la del margen posterior de la cúspide. El contorno de la base es un triángulo escaleno.

Morfotipo Sc: elemento comprimido lateralmente, con cúspide proclinada y contorno de la base ojival. El flanco externo es suavemente convexo, el interno cóncavo, y ambos son lisos. La longitud del margen oral equivale a 0,25–0,5 la longitud del margen posterior de la cúspide.

Morfotipo Sd: las dos costillas laterales y los márgenes anterior y posterior conforman cuatro procesos, con una morfología marcadamente asimétrica debido a que en el flanco interno la costilla lateral se encuentra cercana al margen anterior y en el flanco externo la costilla lateral opuesta está muy próxima al margen posterior. El área delimitada por estos últimos procesos es deprimida y angosta. El pro-

Figura 5. Graptolitos del Tremadociano tardío, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental, provincia de Jujuy. **1–2, 4, 7–8** *Kiaerograptus* cf. *K. supremus* Lindholm; **1**, Colonia madura, CORD-PZ 25411; **2**, Colonia madura incompleta, CORD-PZ 25414; **4**, Rabdosome con el ápice sicular roto, CORD-PZ 25413; **7**, parte proximal de rabdosome, CORD-PZ 25432 B; **8**, parte proximal de rabdosome en reverso, CORD-PZ 25415-2; **3**, *Araneograptus murrayi* (J. Hall), fragmento próximo al ápice de la colonia, CORD-PZ 25422; **5, 6** *Kiaerograptus*? sp.; **5**, sícula con los dos primeros brotes y presencia de un corto nema, CORD-PZ 25415; **6**, colonia juvenil en reverso, CORD-PZ 25420; **9, 11–14, 17, 19–20**, *Hunnegraptus* cf. *H. novus* (Berry); **9**, extremo proximal en anverso mostrando apertura de biteca sicular, CORD-PZ 25458; **11**, estipe rota a nivel de la bifurcación, CORD-PZ 25465; **12**, parte proximal de rabdosome en anverso, CORD-PZ 25441-1; **13**, fragmento de colonia mostrando el desarrollo de uno de los estipes, CORD-PZ 25442-2; **14**, porción proximal de rabdosome en anverso con biteca sicular y estipes ligeramente reclinados, CORD-PZ 25444; **17**, fragmento de rabdosome con ápice sicular roto, CORD-PZ 25440-17; **19**, resto de colonia madura, CORD-PZ 25440-15; **20**, estipe con bifurcación, CORD-PZ 25443; **10, 21**, *Hunnegraptus* sp. 1; **10**, parte proximal de rabdosome con ápice sicular truncado, CORD-PZ 25441-2; **21**, colonia juvenil en vista anversa mostrando biteca sicular, CORD-PZ 25440-4; **15–16, 18, 22**, *Hunnegraptus*? sp. 2; **15**, sícula con parte inicial de t¹ y canal de cruce de t², CORD-PZ 25442-4; **16**, sícula mostrando la t¹ rota, la segunda teca y el canal de cruce de la t², CORD-PZ 25442-1; **18**, sícula en vista anversa con su ápice roto, la t¹, la parte inicial de la t² y la biteca sicular, CORD-PZ 25440-16; **22**, parte proximal de rabdosome en reverso, CORD-PZ 25440-1. **1–8** corresponden a la Zona de *A. murrayi*. **10–22** corresponden a la Zona de *H. copiosus*. Escala gráfica: 1 mm / Graptolites from the late Tremadocian, Sierra de Zenta, Eastern Cordillera, Jujuy Province. **1–2, 4, 7–8** *Kiaerograptus* cf. *K. supremus* Lindholm; **1**, mature colony, CORD-PZ 25411; **2**, incomplete mature colony, CORD-PZ 25414; **4**, rhabdosome with the sicular apex broken, CORD-PZ 25413; **7**, proximal part of rhabdosome, CORD-PZ 25432 B; **8**, proximal part of rhabdosome in reverse view, CORD-PZ 25415-2; **3**, *Araneograptus murrayi* (J. Hall), proximal fragment of colony, CORD-PZ 25422; **5, 6** *Kiaerograptus*? sp.; **5**, sicula with first two buds and short nema, CORD-PZ 25415; **6**, juvenile colony in reverse view, CORD-PZ 25420; **9, 11–14, 17, 19–20**, *Hunnegraptus* cf. *H. novus* (Berry); **9**, proximal end in obverse view showing aperture of sicular biteca, CORD-PZ 25458; **11**, stipe broken at bifurcation level, CORD-PZ 25465; **12**, proximal part of rhabdosome in obverse view, CORD-PZ 25441-1; **13**, colonial fragment showing development of one stipe, CORD-PZ 25442-2; **14**, proximal part of rhabdosome in obverse view with sicular biteca and stipes slightly reclined, CORD-PZ 25444; **17**, rhabdosome fragment with sicular apex broken, CORD-PZ 25440-17; **19**, remain of mature colony, CORD-PZ 25440-15; **20**, stipe with bifurcation, CORD-PZ 25443; **10, 21**, *Hunnegraptus* sp. 1; **10**, proximal part of rhabdosome with sicular apex truncated, CORD-PZ 25441-2; **21**, juvenile colony in obverse view showing sicular biteca, CORD-PZ 25440-4; **15–16, 18, 22**, *Hunnegraptus*? sp. 2; **15**, sicula with initial part of t¹ broken and crossing canal of t², CORD-PZ 25442-4; **16**, sicula showing t¹ broken, second theca and crossing canal of t², CORD-PZ 25442-1; **18**, sicula in obverse view with broken apex, t¹, proximal part of t² and sicular biteca, CORD-PZ 25440-16; **22**, proximal part of rhabdosome in reverse view, CORD-PZ 25440-1. **1–8** correspond to the *A. murrayi* Zone. **10–22** correspond to the *H. copiosus* Zone. Scale bar: 1 mm.



ceso posterior es largo, superando a los demás. La cúspide es proclínada a subrecta. El contorno de la base es romboidal a trapezoidal.

Morfotipo M: elemento oistodiforme, con cúspide reclínada formando un ángulo de 70° a 80° con el margen posterior, que es curvado. Una carena recorre el flanco interno llegando a la base, por lo que el contorno de la misma es subtriangular a ojival.

Discusión. La variabilidad observada en este taxón también fue encontrada por McTavish (1973) en las subespecies de *A. deltatus* registradas en el oeste de Australia.

Acodus deltatus deltatus Linström *sensu stricto* posee los morfotipos P con cúspides más cortas y robustas. En cambio, *Acodus apex* n. sp. es similar a las formas americanas de *A. deltatus* (e.g., Ethington y Clark, 1981; Repetski, 1982) por poseer elementos Pb proclínados y cúspides largas, si bien los procesos aquillados no tan desarrollados y la mayor simetría de los morfotipos S pueden considerarse variaciones poblacionales de la misma especie (Ethington y Clark, *op. cit.*). Los elementos de *Acodus deltatus deltatus* *sensu* McTavish (1973) presentan una fuerte similitud a los de la especie aquí estudiada excepto en que el morfotipo M presenta un proceso posterior corto y el margen anterior algo más recto y en que sus variantes de morfotipos P (fig. 2, *op. cit.*) tienen la costilla lateral en posición media a diferencia del morfotipo Pb de *A. apex* n. sp. cuya costilla se ubica en posición ántero-lateral. El morfotipo Pb de *A. apex* n. sp., se encuentra en *Acodus tetrahedron* Linström *sensu* McTavish, el cual, por orden de prioridad nomenclatural, es parte del aparato multielemental de *Acodus deltatus deltatus* *sensu* McTavish que, a su vez, es sinónimo de la nueva especie que aquí se describe.

Entre otras especies del género, *Acodus triangularis* (Ding) posee procesos posteriores más largos en todos sus morfotipos (*cf.* Zhen *et al.*, 2005), mientras que las especies nuevas descritas por Pyle y Barnes (2002) se distinguen claramente por sus caracteres ornamentales.

En Argentina, un complejo de formas íntimamente relacionadas con *A. apex* n. sp. fue documentado previamente en el área de Purmamarca (Bultynck y Martin, 1982), en la sección de Santa Ana, Sierra de Zenta, ambas en la Cordillera Oriental de Jujuy (Albanesi *et al.*, 2007) y en el área de Pascha-Incamayo, en la Cordillera Oriental de Salta, para la cual se ilustraron los especímenes procedentes de la base de la Formación Parcha, expuesta en la sección de Sococha (Ortega y Albanesi, 2005). En este estudio, se ilustra el material procedente de la sección del río Incamayo en el área de Parcha-Incahuasi, dado que la colección es abundante e incluye todos

los morfotipos. Además, se incorpora la colección del área de Zenta, y de la misma se ilustra un elemento Pb.

Graptolitos

Orden GRAPTOLOIDEA Lapworth en
Hopkinson y Lapworth, 1875

Familia ANISOGRAPTIDAE Bulman, 1950

Género KIAEROGAPTUS Spjeldnaes, 1963

Especie tipo. *Didymograptus kiaeri* Monsen, 1925; *designación original.*

Discusión. El género *Kiaerograptus* fue definido por Spjeldnaes (1963) para incluir anisograptidos con dos estipes y presencia de una biteca sicular, autotecas de tipo dicograptido y bitecas de posición distal en los estipes. Maltez (1999) destaca que la presencia de una porción metasicular libre caracteriza a los verdaderos kiaerograptidos, e.g., *K. kiaeri* (Monsen), *K. lauzonensis* (Erdtmann), *K. stormeri* (Erdtmann), manifestando que el género puede contener formas de dos estipes y multiramadas, éstas últimas normalmente asignadas a los géneros *Adelograptus* y *Clonograptus*. Algunas especies como *K. supremus* Lindholm fueron incluidas en este género por presentar bitecas a lo largo de los estipes, pero no tienen la porción metasicular pendiente libre como lo hace notar Maltez (1999), quien plantea la necesidad de revisar el género.

Kiaerograptus cf. K. supremus Lindholm, 1991

Figuras 4.1, 5, 6, 10, 11, 14; 5.1, 2, 4, 7, 8

cf. 1991b. *Kiaerograptus supremus* Lindholm, p. 292–294, text-fig. 5A–B.

Material y procedencia. Varios especímenes (extremos proxi- males, juveniles y maduros) conservados como una película carbonosa fragmentaria o cubiertos por una alteración limonítica pardo amarillenta, a veces con deformación diagenética suave. CORD-PZ 25411, 25413, 25414, 25415–2, 25416, 25418, 25419, 25421, 25439. Muestra Z6, Zona de *A. murrayi*, Abra de Santa Ana.

Descripción. Rabdosoma formado por dos ramas declinadas a ligeramente deflexas, que divergen con un ángulo inicial de 100–120° (90° en unos pocos ejemplares) pero que luego se abren marcadamente. La sícula tiene una longitud de 1,35–1,5 mm y un ancho apertural de 0,3 mm o ligeramente mayor. Los detalles del extremo proximal no pueden apreciarse debido a la pobre conservación del material estudiado, aunque en algunos especímenes (Fig. 4.5) parece existir una biteca sicular que se visualiza como una pequeña muesca o, a veces, como un orificio, en el punto donde la t1¹ deja la

sícula, sobre el anverso del radosoma. El ancho proximal de los estipes es de *c.* 0,8–0,9 mm (0,7 mm a nivel de la apertura de la $t1^1$) y aumenta distalmente hasta 1–1,1 mm. Las tecas son simples con un dentículo corto en las aperturas, con traslapamientos de *c.* 0,5 de su longitud y dispuestas en número de 14–15,5 en 10 mm. En algunos ejemplares se observa la presencia de posibles bitecas sobre los estipes (Figs. 4.6 y 5.2).

Discusión. Los radosomas estudiados recuerdan a *Kiaerograptus supremus* Lindholm, especie a la que fueran originalmente referidos (Ortega *et al.*, 2007), en la forma del radosoma y posible presencia de bitecas. Sin embargo, el material de la Sierra de Zenta tiene una sícula más corta (1,7–2 mm en *K. supremus*) y un mayor número de tecas por unidad de longitud (12–13 tecas en 10 mm en los especímenes escandinavos). La preservación deficiente de estos ejemplares, que impide observar con claridad la naturaleza del extremo proximal y la brotación de las tecas a lo largo de los estipes, nos lleva a comparar estos fósiles con *Kiaerograptus supremus*. Otra forma, *Didymograptus klotschichini* Obut procedente de los Urales, podría estar vinculada al material aquí descrito considerando la similitud notada por Lindholm entre estos ejemplares y *K. supremus*, pero con una sícula más corta, que recuerda a los ejemplares de Zenta. Sin embargo, se requiere de un estudio taxonómico más profundo para referir el material de los Urales al género *Kiaerograptus*.

Lindholm (1991b) describió *K. supremus* del sondeo de Krapperup al sur de Suecia, reconociendo su presencia también en la sección de Tøyen, Oslo, en material estudiado por Erdtmann (1965). La primera aparición de *K. supremus* permite identificar la biozona del mismo nombre correspondiente al Tremadociano tardío de Escandinavia. La especie se extiende hasta la parte inferior de la Zona de *A. murrayi* subsiguiente (Lindholm, 1991a, b). Fuera del área escandinava la especie ha sido hallada en el sur de Bolivia en asociación con *A. murrayi* (Maletz y Egenhoff, 2001). En la Cordillera Oriental Argentina *K. supremus* fue localizado en la sucesión del Abra de Sococha, área de Parcha, por debajo de los primeros registros de *A. murrayi*, sugiriendo la presencia de la zona homónima como en Escandinavia (Ortega y Albanesi, 2003).

***Kiaerograptus?* sp.**

Figuras 4.3, 7, 9; 5.5–6

Material y procedencia. Una colonia juvenil y dos extremos proximales parcialmente reemplazados en pirita o cubiertos

por una alteración de limonita parda. CORD-PZ 25415–1, 25420, 25438. Muestra Z6, Abra de Santa Ana, Zona de *A. murrayi*, asociado a *A. murrayi* y *K. cf. supremus*.

Descripción y discusión. Radosoma grácil, compuesto por dos ramas declinadas que forman ángulos de 110–115°. La sícula es de 1,1–1,2 mm de largo, con una apertura de 0,2–0,25 mm de ancho. El primer brote se origina en la parte alta de la sícula, posiblemente en la prosícula, y baja paralelo a la sícula curvándose hacia afuera *c.* 0,3 mm por encima de la apertura sicular. Un corto nema es visible en uno de los extremos proximales. La colonia juvenil (Figs. 4.3 y 5.6) muestra un canal de cruce sobre la sícula correspondiente a la $t1^2$ y posiblemente también a la $t2^1$, sugiriendo a la $t1^2$ como teca dicalyal (tipo isograptido). En este ejemplar, el ángulo formado entre los dos estipes es de 120° y el ancho proximal del estipe, a nivel de la apertura de $t1^1$ es de 0,64 mm.

El material estudiado no permite efectuar una diagnosis taxonómica segura, aún a nivel genérico, ya que no se pueden observar con claridad la naturaleza del extremo proximal, la forma de brotación de las ramas ni el aspecto de las colonias maduras. El mismo podría constituir una variación intraespecífica de *K. cf. supremus*, fósil con el que se encuentra asociado, pero no se cuenta con una colección suficiente para determinarlo.

Género *Araneograptus* Erdtmann y VandenBerg, 1985

Especie tipo. *Dictyonema macgillivrayi* T.S. Hall, 1897; designación original.

Discusión. El género *Araneograptus* Erdtmann y VandenBerg (1985) incluye colonias multirramosas con extremos proximales birradiados y brotación dicotómica de cuarto a sexto orden (a veces de hasta octavo o noveno orden), con ramas conectadas por disepimentos. La aparente ausencia de bitecas a lo largo de los estipes indicada por estos autores podría obedecer, en opinión de Lindholm (1991b), a que el material australiano analizado por ellos no está en relieve. Esta autora también puso en duda que el extremo proximal de *Araneograptus* sea birradiado, sugiriendo que podrían tratarse en realidad de formas trirradiadas. El género, de amplia distribución durante el Tremadociano superior, se extendería al Floiano más bajo (Zona de *T. approximatus*) (Gutiérrez-Marco y Aceñolaza, 1987; Lindholm, 1991b; Maletz, 1997).

***Araneograptus murrayi* (J. Hall, 1865)**

Figura 5.3

1865. *Dictyonema murrayi* J. Hall, p. 138–139, lám. 20, figs. 6, 7.
1865. *Dictyonema quadrangularis* J. Hall, p. 138, lám. 20, fig. 20.

1873. *Dictyonema grandis* Nicholson, p. 134–136, fig. 1.
 1987. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Gutiérrez-Marco y Aceñolaza, p. 325–330, lám. 1, figs. 1–17 (*cum. syn.*).
 1991b. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Lindholm, p. 294–298, text-figs. 6, 7, 18c?
 1994. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Ortega y Suárez Soruco, p. 230, lám. 2, figs. 1, 6 y text-fig. 3i
 1999. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Zimmermann, Moya y Bahlburg, fig. 2.
 2001. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Maletz y Egenhoff, figs. 8, 10.
 2005. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Ortega y Albanesi, figs. 4, 15.
 2008. *Araneograptus murrayi* (J. Hall); Pillola, Piras y Serpagli, p. 3–7, lám. 2, figs. 1–4; lám. 3, figs. 3, 9 y fig. 2 A–B.

Material y procedencia. Fragmentos de malla cubiertos por una alteración pardo amarillenta de limonita. CORD-PZ 25422. Muestra Z6, Abra de Santa Ana, Zona de *A. murrayi*, asociado a *K.* cf. *K. supremus* y *Kiaerograptus?* sp.

Descripción y discusión. Restos de malla formados por estipes de 1,2–1,3 mm de ancho lateral y robustos disepimientos que conforman una amplia red de orificios subcuadrangulares a ovales. Se cuentan 5,5 estipes en 10 mm y 4,7 disepimientos en 10 mm. Las tecas y los extremos brotantes de estos especímenes no se han conservado.

La malla de estos fragmentos, amplia y robusta, el ancho de los estipes y el espaciamiento de las ramas y disepimientos concuerdan con *A. murrayi* (Gutiérrez-Marco y Aceñolaza, 1987; Lindholm, 1991b), especie extensamente registrada en el noroeste argentino (Ortega y Albanesi, 2003, 2005; Toro y Brussa, 2003; Albanesi *et al.*, 2008).

Familia SINOGRAPTIDAE Mu, 1957

Subfamilia SIGMAGRAPTINAE Cooper y Fortey, 1982
 (emend. Fortey y Cooper, 1986)

Género *Hunnegraptus* Lindholm, 1991b

Especie tipo. *Hunnegraptus copiosus* Lindholm, 1991b; designación original.

Discusión. El género *Hunnegraptus*, erigido por Lindholm (1991b) para el Tremadociano tardío de Escandinavia, se caracteriza por tener un extremo proximal isógráptido (dextral o sinistral) con una biteca sicular, tecas de tipo dicográptido y dicotomías de segundo o más órdenes. El mismo fue incluido en la Familia Dichograptidae por Lindholm (1991b) y luego asignado a la Subfamilia Sigmagraptinae (Familia Sinograptidae) por Maletz (2006), considerando la presencia de un extremo proximal asimétrico. La combinación de caracteres intermedios entre los Anisograptidae y los Sigmagraptinae en el radosoma de *Hunnegraptus* ha

sido puesta de manifiesto por Maletz (2006), quien consideró que la asimetría del extremo proximal en *Hunnegraptus*, compartida por anisográptidos como *Staurograptus* Emmons y *Anisograptus* Ruedemann, es un carácter derivado desde los Anisograptidae (*cf.* Fortey y Cooper, 1986).

***Hunnegraptus* cf. *H. novus* (Berry, 1960)**

Figuras 4.13, 15, 19; 5.9, 11–14, 17, 19, 20

cf. 1960. *Didymograptus novus* Berry, p. 62, lám. 5, figs. 6–7.

Material y procedencia. Sículas, extremos proximales, ejemplares juveniles y fragmentos de estipes conservados como una película carbonosa fragmentaria o reemplazados en pirita, a veces parcialmente alterada a limonita. CORD-PZ 25440–15, 25441–1, 25442–2, 25444, 25465, 25453. Camino entre Abra de Zenta y Santa Ana, muestra Z8, Zona de *H. copiosus*, asociado con *Hunnegraptus* sp. 1, *Hunnegraptus?* sp. 2 y *Paradelograptus* sp.

Descripción. Radosoma formado por dos estipes primarios horizontales a subhorizontales y un número desconocido de dicotomías posteriores. La sícula es recta, de 1–1,2 mm de largo y *c.* 0,2 mm de ancho, con su parte apical inclinada hacia el primer estipe. Un nema corto y delgado es visible en algunos ejemplares. La presencia de una biteca sicular se observa en el anverso de estas colonias, con su apertura ubicada en el punto donde la $t1^1$ deja la sícula. En la mayor parte de los radosomas sólo es visible la apertura de esta biteca sicular. La primera teca surge en la parte alta de la sícula, crece hacia abajo por un corto trecho y luego hacia afuera con un ángulo generalmente tendido. El origen y crecimiento de las tecas subsecuentes no es claro, pero en algunos extremos proximales y colonias juveniles se observan los distintos niveles en los que las dos primeras tecas dejan la sícula. Los estipes presentan anchos de 0,5–0,6 mm. Los fragmentos de ramas son frecuentes, algunos con dicotomías. La longitud total de las ramas de primer orden y subsiguientes es desconocida debido al transporte sufrido por el material, aunque se han medido valores superiores a los 9 mm en algunos fragmentos. Las tecas son tubos simples, inclinadas con ángulos de 15–17° (20° en unos pocos especímenes); sus aperturas son rectas, normales al dorso de la rama o ligeramente inclinadas. Se cuentan 12,5–13 tecas en 10 mm. En ningún ejemplar se han observado bitecas a lo largo de los estipes.

Discusión. *H. novus* (Berry, 1960) del Tremadociano tardío de Texas ha sido recientemente reestudiado por Maletz (2006). El autor indicó la fuerte semejanza entre esta especie y *H. copiosus* Lindholm a las que separó básicamente por la presencia de distancias más cortas entre las dicotomías, lo

que produciría un rabdosoma más pequeño en la forma de Texas, y anchos de los estipes ligeramente diferentes (0,5–0,6 mm en *H. copiosus* contra 0,6–0,7 mm en *H. novus*). Por otra parte, en *H. novus* los estipes de primer grado son horizontales a subhorizontales (180°–170°), mientras que en el material tipo de *H. copiosus* están frecuentemente inclinados (130°–160° *sensu* Lindholm, 1991b), registrándose en menor proporción colonias horizontales (Lindholm, 1991b; Maletz, 2006). De acuerdo al último autor citado, la variabilidad del género *Hunnegraptus* no es bien conocida hasta el presente y estudios de mayor detalle podrían probar que ambas formas corresponden a una misma especie. Recientemente, Sachanski *et al.* (2006) describieron especímenes de *H. copiosus* en los montes Taurus Centrales, Turquía, con estipes de hasta 0,8 mm de ancho y dicotomías de por lo menos cuarto orden.

La presencia de una sícula recta, inclinada, de contornos casi paralelos, y biteca sicular, así como la forma del rabdosoma permite asignar los especímenes aquí estudiados al género *Hunnegraptus*. La forma, inclinación y espaciado tecales de estos ejemplares concuerdan con las dos especies citadas. Debido a la naturaleza fragmentaria de los rabdosomas coleccionados, no se ha podido observar el desarrollo total de los estipes primarios, un carácter importante para diferenciar ambas especies. En *H. novus* estos estipes contienen 4–6 tecas, mientras en *H. copiosus* pueden tener 7–22 tecas. El ancho de los estipes, ligeramente inferior al dado por Maletz (2006) (0,6–0,7 mm en el material tipo de Texas y 0,5–0,6 mm en el de Argentina), corresponde a *H. copiosus*, pero la disposición horizontal a subhorizontal de los estipes primarios concuerda con *H. novus*, especie con la cual se compara el material estudiado.

H. novus se registra en la parte alta del miembro inferior de la Caliza Marathon en Texas, Norteamérica, algunos metros por debajo de la primera aparición de *Tetragraptus approximatus*, fósil guía de la primera zona del Floiano (Maletz, 2006). El horizonte ha sido recientemente referido como Zona de *Hunnegraptus* (Zona de *Adelograptus-Clonograptus* de Berry, 1960), correlacionable con la Zona de *H. copiosus* de Escandinavia (Maletz, 2006).

Hunnegraptus sp. 1

Figuras 4.16, 20, 22; 5.10, 21

Material y procedencia. CORD-PZ 25440–4, 25441–2, 25447, 25473, 25471 A–B, 25472. Camino entre Abra de Zenta y Santa Ana, muestra Z8, Zona de *H. copiosus*, asociado con *H. cf. H. novus*, *Hunnegraptus?* sp. 2 y *Paradelograptus* sp.

Descripción y discusión. Un grupo reducido de especímenes muestra un rabdosoma semejante al de *H. cf. H. novus* registrado en el mismo horizonte (Z8), pero el ancho inicial de los estipes es ligeramente inferior (0,36–0,4 mm) y el espaciado tecal es mayor (14–16,5 tecas en 10 mm). La diferencia en el ancho de los estipes entre estos especímenes y los de *H. cf. H. novus* podría estar vinculada a problemas de deformación diagenética, pero el espaciado tecal más apretado en el material descrito (10–13 tecas en 10 mm en *H. copiosus* y *H. novus* de acuerdo a Lindholm, 1991b, Maletz, 2006 y Sachanski *et al.*, 2006) sugiere la presencia de una especie distinta. La colección obtenida hasta el presente, escasa y fragmentaria, no permite efectuar un estudio más profundo.

Hunnegraptus? sp. 2

Figuras 4.4, 8, 12, 17, 18, 21; 5.15, 16, 18, 22

Material y procedencia. Extremos proximales, sículas y rabdosomas juveniles, en su mayor parte en vista reversa, parcialmente piritizados o cubiertos por una pátina pardo amarillenta de limonita. CORD-PZ 25440-1, 25440-2, 25440-8?, 25440-9, 25441-3?, 25442-1, 25442-2, 25446-2. Camino entre Abra de Zenta y Santa Ana, muestra Z8, Zona de *H. copiosus*, asociado a *H. cf. H. novus*, *Hunnegraptus* sp. 1 y *Paradelograptus* sp.

Descripción. Rabdosoma delicado compuesto por dos ramas primarias que divergen desde la sícula con ángulos horizontales a subhorizontales. La sícula está ligeramente inclinada hacia el primer estipe; su longitud es de 0,75–0,9 mm (1 mm en algunos especímenes) y su ancho apertural de *c.* 0,2 mm. Desde su parte apical se desarrolla un nema delgado y en su apertura se observa un pequeño rutelo. La $t1^1$ parece originarse a *c.* 0,18 mm del ápice sicular, crece paralela al vientre de la sícula y luego se dirige hacia fuera, aproximadamente en la parte media de la sícula, formado con ésta un ángulo amplio. La $t1^2$ produce un canal de cruce sobre la sícula, apartándose de ella a nivel de su apertura. El desarrollo es isograptido, dextral o sinistral. Uno de los pocos rabdosomas conservados en vista anversa (Fig. 4.12) muestra una posible biteca sicular ubicada en el ángulo formado entre la sícula y la $t1^1$. Los estipes presentan un ancho inicial, medido a nivel de la apertura de la $t1^1$, de 0,3 mm; su longitud total es desconocida. Las tecas son largas y delgadas, con aperturas ligeramente cóncavas; su inclinación es de *c.* 15° y su traslapamiento de alrededor de 0,5 de su longitud en la parte proximal de la colonia.

Discusión. La asimetría de los dos primeros brotes con respecto a la sícula permite ubicar estos fósiles dentro de la subfamilia Sigmagraptinae. La forma de la sícula, delgada y recta, inclinada hacia el primer estipe, y las tecas rectas sin bitecas a lo largo de los estipes concuerdan con el género *Hunnegraptus*. Sin embargo, la ausencia de colonias maduras y de vistas en anverso de los rabdosomas que permitan certificar la presencia de biteca sicular, nos lleva a referir con dudas estos especímenes al género *Hunnegraptus*. La diferencia de este material con *H. cf. H. novus* y *Hunnegraptus* sp. 1 radica principalmente en su tamaño más pequeño, con una sícula más corta y tecas más delgadas, y en la forma del extremo proximal donde la $t1^1$ es claramente más tendida.

Género ***Paradelograptus*** Erdtmann, Maletz
y Gutiérrez-Marco, 1987

Especie tipo. *Paradelograptus onubensis* Erdtmann, Maletz y Gutiérrez-Marco, 1987; designación original.

***Paradelograptus* sp.**

Figura 4.2

Material y procedencia. Una sícula conservada como una película carbonosa fragmentaria. CORD-PZ 25475, camino entre Abra de Zenta y Santa Ana, muestra Z8, Zona de *H. copiosus*, asociado a *H. cf. H. novus*, *Hunnegraptus* sp. 1 y *Hunnegraptus?* sp. 2.

Descripción y discusión. La sícula está ligeramente curvada, logrando una longitud de *c.* 0,6 mm. Un pequeño nema está presente en su parte apical. La apertura, de 0,15 mm de ancho, muestra un rutelo minúsculo. Las dos primeras tecas están parcialmente conservadas; la $t1^1$ deja la sícula *c.* 0,15 mm del ápice sicular; la $t1^2$ se aparta de ella casi sobre su apertura.

La escasez del material coleccionado y su preservación pobre impiden efectuar una diagnosis específica, aunque sí puede referirse el material al género *Paradelograptus* de acuerdo con la forma de la sícula y la disposición de las dos primeras tecas.

CONCLUSIONES

En el Abra de Santa Ana, Sierra de Zenta, Cordillera Oriental de Jujuy, se registró una asociación de conodontes compuesta por *Acodus apex* n. sp., *Drepanoistodus costatus* y *D. chucaleznsensis*. Esta última especie se ha documentado como forma endémica representativa de la Provincia Gondwana Sudoccidental que corresponde al Dominio Frío en el Reino de Aguas Someras. *Acodus apex* n. sp. es una forma ampliamente registrada en diversos continentes, y restrin-

gida a un intervalo bioestratigráfico inferior de la Zona de *Acodus deltatus-Paroistodus proteus*, del Tremadociano superior de la Cordillera Oriental.

La asociación de *Araneograptus murrayi* con *Kiaerograptus* cf. *K. supremus* y *Kiaerograptus?* sp. sugiere la presencia de la parte inferior de la Zona de *A. murrayi* del Tremadociano tardío, en las inmediaciones del Abra de Santa Ana.

La graptofauna compuesta por *Hunnegraptus* cf. *H. novus*, *Hunnegraptus* sp. 1, *Hunnegraptus?* sp. 2 y *Paradelograptus* sp., registrada en el camino que une el Abra de Zenta con Santa Ana, indica la existencia de estratos del Tremadociano más tardío referibles a la Zona de *Hunnegraptus copiosus*.

La asociación de graptolitos descripta está integrada por formas de amplia distribución global como *A. murrayi* y representantes del género *Hunnegraptus*, cuya extensión geográfica ha empezado a reconocerse en las últimas dos décadas. Taxones afines a *K. supremus*, fósil documentado hasta el momento sólo en el área báltica y la Cordillera Oriental de Bolivia y Argentina, podrían indicar una restricción paleobiogeográfica de estas formas vinculadas a las faunas bálticas.

La existencia de acumulaciones de graptolitos, en su mayor parte fragmentados y orientados, en los niveles que contienen a la Zona de *H. copiosus* junto a restos de valvifauna, revela la presencia de episodios de erosión dentro de la cuenca con la redepositación de estructuras tan delicadas como los rabdosomas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado mediante el proyecto PIP-CONICET, 2005, 6350 bajo la dirección de G.L. Albanesi. El estudio se efectuó en el Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba y en la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Salta. Agradecemos las oportunas observaciones efectuadas por A. Ferretti y un revisor anónimo, que contribuyeron a mejorar la presentación del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abaimova, G.P. 1971. Novyye ranneordovikskiy konodonty yugo-vostoka Sibirskoy platformy. *Paleontologicheski Zhurnal* 4: 74–81.
- Abaimova, G.P. 1972. Kompleksy konodontov v ordovike yugo-vostoka Sibirskoy platformy. *Sovietskaya Geologiya* 10: 124–130.
- Aceñolaza, G.F. y Aceñolaza, F.G. 2007. Bivalvian trace fossils of the Labrado Formation (Lower Ordovician) from Zenta Range (Jujuy province): preservational controls of some push-and-pull deposit-feeder traces. *5ª Reunión Argentina de Icnología y 3ª Reunión de Icnología del Mercosur*, CADIC-CONICET (Ushuaia), *Actas*, p. 17.
- Aceñolaza, G.F. y Gutiérrez-Marco, J.C. 2002. Ordovician Echinoderms of Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina*, *Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 16: 121–130.
- Aceñolaza, G.F. y Milana, J.P. 2005. Remarkable *Cruziana* beds in the Lower Ordovician of the Cordillera Oriental, NW Argentina. *Ameghiniana* 42: 633–637.
- Aceñolaza, G.F., Araoz, L., Vergel, M., Tortello, M.F. y Nieva, S.M. 2003.

- Paleontology and biostratigraphy of the Lower Ordovician strata cropping out at the Abra de Zenta (Cordillera Oriental, Jujuy and Salta provinces), NW Argentina. En: G.L. Albanesi, M.S. Beresi y S.H. Peralta (Eds.), Ordovician from the Andes, *Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 17: 23–28.
- Aceñolaza, G.F., Aris, J. y Milana, J.P. 2006. Taphonomy of shell beds and the open surface furrow origin in *Cruziana* (trace fósil): a test case in the Ordovician of NW Argentina. *9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Córdoba), *Resúmenes*, p. 237.
- Aceñolaza, G.F., Fogliata, A., Nieva, S.M. y Mas, G. 2008. Los nódulos fosfáticos en el Ordovícico de la Sierra de Zenta (Sistema Interandino de las provincias de Jujuy y Salta): Caracteres geoquímicos y ambientes de deposición. *17º Congreso Geológico Argentino* (S.S. de Jujuy), *Actas* 1: 335–336.
- Albanesi, G.L. 1998. Taxonomía de conodontes de las secuencias ordovícicas del cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, República Argentina. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias* (Córdoba) 12: 101–252.
- Albanesi, G.L. y Aceñolaza, G.F. 2005. Conodontes de la Formación Rupasca (Ordovícico Inferior) en el Angosto de Chucalezna, Cordillera Oriental de Jujuy: nuevos elementos bioestratigráficos para una localidad clásica del noroeste argentino. *Ameghiniana* 42: 295–310.
- Albanesi, G.L. y Ortega, G. 2002. Advances on conodont-graptolite biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Aspects on the Ordovician System in Argentina, Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 16: 143–165.
- Albanesi, G.L., Ortega, G., Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F. 1997. Conodontes, graptolitos y trilobites de la Formación Parcha en la Cordillera Oriental de Salta, R. Argentina. *Ameghiniana* 34: 114.
- Albanesi, G.L., Zeballos, F.J., Monaldi, C.R. y Ortega, G. 2007. La Zona de conodontes de *Paroistodus proteus* – *Acodus deltatus* y graptolitos asociados en el Tremadociano superior del noroeste argentino. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 44: 87R–88R.
- Albanesi, G.L., Ortega, G. y Zeballos, F.J. 2008. Faunas de conodontes y graptolitos del Paleozoico inferior de la Cordillera Oriental argentina. En: B. Coira y E.O. Zappettini (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy, 17º Congreso Geológico Argentino* (S. S. de Jujuy), *Relatorio*, p. 98–118.
- Alonso, R.N., Malanca, S. y Sureda, R.J. 1982. Consideraciones sobre el Ordovícico en la sierra de Aguilar, Jujuy, Argentina. *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas de Jujuy* 5: 15–37.
- Amengual, R. y Zanettini, J.C.M. 1973. Geología de la comarca de Ciano y Caspalá (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 28: 341–352.
- Amengual, R., Méndez, V., Navarini, A., Viera, O. y Zanettini, J.C. 1979. Geología de la región noroeste, República Argentina, provincias de Salta y Jujuy: Mapa geológico escala 1: 400.000. *Dirección General de Fabricaciones Militares*.
- Araoz, L. y Aceñolaza, G.F. 2004. Primeros registros palinológicos para el Tremadociano superior de la sierra de Zenta, Cordillera Oriental argentina. *11ª Reunión de Paleobotánicos e Palinólogos* (Gramado, Brasil), *Boletim de Resumos*, p. 9.
- Araoz, L. y Vergel, M.M. 2001. Acritarcos del Ordovícico Inferior (Formación Santa Rosita) en el abra de Zenta, Cordillera Oriental, Argentina. *5ª Jornadas de Comunicaciones, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Serie Monográfica y Didáctica* 41: 55
- Araoz, L., Aceñolaza, G.F., Vergel, M.M., Heredia, S.E., Tortello, M.F. y Milana, J.P. 2008. El Ordovícico en el sector central de la sierra de Zenta (Sistema Interandino de las provincias de Jujuy y Salta): Cronoestratigrafía y correlación. *17º Congreso Geológico Argentino* (S.S. de Jujuy), *Actas* 1: 339–340.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el Cámbrico-Ordovícico. En: B. Coira y E.O. Zappettini (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy, 17º Congreso Geológico Argentino* (S.S. de Jujuy), *Relatorio*, p. 50–73.
- Barnes, C.R. y Tuke, M.F. 1970. Conodonts from the St. George Formation (Ordovician), Northern Newfoundland. *Geological Survey of Canada, Contributions to Canadian Paleontology, Bulletin* 187: 79–103.
- Barrande, J. 1881. *Système silurien du centre de la Bohême. 1ère partie. Recherches paléontologiques. Vol. VI. Classe des Mollusques. Ordre des Acéphalés*. Bellman, Prague and Paris, xxiv + 342 p.
- Bassler, R.S. 1925. Classification and stratigraphic use of the conodonts. *Geological Society of America, Bulletin* 36: 218–220.
- Benedetto, J.L., Brussa, E.D. y Pompei, J.F. 2002. El Ordovícico de la región de Susques-Huancar (Puna Oriental de Jujuy): Precisiones sobre su edad y significado estratigráfico. *15º Congreso Geológico Argentino* (El Calafate), *Actas* 1: 572–577.
- Bergström, S.M., Chen Xu, Gutiérrez-Marco, J.C. y Dronov, A. 2009. The new chronostratigraphic classification of the Ordovician System and its relations to major regional series and stages and $\delta^{13}C$ chemostratigraphy. *Lethaia* 42: 97–107.
- Berry, W.B.N. 1960. Graptolite faunas of the Marathon region, west Texas. *University of Texas Publications* 6005: 1–179.
- Bultynck, P. y Martin, F., 1982. Conodontes et acritarches de l'Ordovícico inférieur de la partie septentrionale de la Cordillère argentine. *Bulletin de L'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre* 53: 1–25.
- Bulman, O.M.B. 1950. Graptolites from the *Dictyonema* shales of Quebec, *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 106: 63–99.
- Combaz, A. 1967. Un microbios du Trémadocien dans un sondage d'Hassi-Messaoud. *Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, Série B* 104: 1–26.
- Cooper, R.A. 1999. Ecostratigraphy, zonation and global correlation of earliest Ordovician planktic graptolites. *Lethaia* 32: 1–16.
- Cooper, R.A. y Fortey, R.A. 1982. The Ordovician graptolites of Spitsbergen. *Bulletin of the British Museum (Natural History), Geology series* 36: 157–302.
- Chiliguay, J. 2008. Fosforitas de la provincia de Jujuy. En: B. Coira y E.O. Zappettini (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la Provincia de Jujuy, 17º Congreso Geológico Argentino* (S.S. de Jujuy), *Relatorio*, p. 192–197.
- d'Orbigny, A. 1842 *Voyage dans l'Amerique méridionale (le Brésil, la République Argentine, le Patagonia, le République de Chile, le République de Bolivie, le République de Perou) executé pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833*. V. 3, pt 4, (Paléontologie), Levrault, París, p. 1–188.
- Dzik, J. 1976. Remarks on the evolution of Ordovician conodonts. *Acta Palaeontologica Polonica* 21: 395–455.
- Dzik, J. 1994. Conodonts of the Mójca Limestone. En: J. Dzik, E. Olempska y A. Pisera (Eds.), Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountains, *Palaeontologica Polonica* 53: 43–128.
- Egenhoff, S.O., Maletz, J. y Erdtmann, B.-D. 2004. Lower Ordovician graptolite biozonation and lithofacies of southern Bolivia: relevance for palaeogeographic interpretations. *Geological Magazine* 141: 287–299.
- Erdtmann, B.-D. 1965. Eine spät-tremadocische Graptolithenfauna von Tøyen in Oslo. *Norsk geologisk Tidsskrift* 45: 97–112.
- Erdtmann, B.-D. y VandenBerg, A.H.M. 1985. *Araneograptus* gen. nov. and its two species from the late Tremadocian (Lancefieldian, La2) of Victoria. *Alcheringa* 9: 49–63.
- Erdtmann, B.-D., Maletz, J. y Gutiérrez-Marco, J.C. 1987. The new Early Ordovician (Hunneberg Stage) graptolite genus *Paradelograptus* (Kinnegraptidae), its phylogeny and biostratigraphy. *Paläontologische Zeitschrift* 61: 109–131.
- Ethington, R.L. y Brand, U. 1981. *Oneotodus simplex* (Furnish) and the genus *Oneotodus* (Conodonts). *Journal of Paleontology* 55: 239–247.
- Ethington, R.L. y Clark, D.L., 1981. Lower and Middle Ordovician conodonts from the Ibox Area, Western Millard County, Utah. *Brigham Young University Studies* 28: 1–160.
- Fähræus, L.E. y Nowlan, G.S. 1978. Franconian (Late Cambrian) to early Champlainian (Middle Ordovician) conodonts from the Cow Head Group, Western Newfoundland. *Journal of Paleontology* 52: 444–471.
- Feng, H. Z., Erdtmann, B.-D., Li, M., Peng, J., Li, L.X. y Ji, X.X. 2007. New data on Upper Tremadocian and Lower Floian graptolite succession in South China. En: J. Li, J.X. Fan y I. Percival (Eds.), *The Global Ordovician and Silurian, Acta Palaeontologica Sinica, Supplement* 46: 120–127.

- Feng, H.Z., Li, M., Zhang, Y.D., Erdtmann, B.-D., Li, L.X. y Wang, W.H. 2009. Succession and global correlation of Late Tremadoc graptolite zones from South China. *Science in China, Series D: Earth Sciences* 52: 287–299.
- Fortey, R.A. y Cooper, R.A. 1986. A phylogenetic classification of the graptoloids. *Palaeontology* 29: 631–654.
- Fortey, R.A., Harper, D.A.T., Ingham, J.K., Owen, A.W., Parkes, M.A., Rushton, A.W.A. y Woodcock, N.H. 2000. A revised correlation of Ordovician rocks in the British Isles. *The Geological Society, Special Report* 24: 1–83.
- Gutiérrez-Marco, J.C. y Aceñolaza, F.G. 1987. *Araneograptus murrayi* (Hall, 1865) (Graptoloidea, Anisograptidae): Su identidad con “*Dictyonema yaconense*” Turner, 1960 y su distribución en España y Sudamérica. *10º Congreso Geológico Argentino* (S. M. de Tucumán), *Actas* 1: 321–334.
- Hall, J. 1858. Descriptions of Canadian graptolites. *Geological Survey of Canada, Report for 1857*, p. 111–145.
- Hall, J. 1865. Graptolites of the Québec Group. En: W.E. Logan (Ed.), *Canadian Organic Remains, Geological Survey of Canada* (Ottawa), *Decade* 2, 147 p.
- Hall, T.S. 1897. Victorian graptolites, Part 1. *Proceedings of the Royal Society of Victoria (New Series)* 10: 13–16.
- Hall, T.S. 1899. Victorian graptolites: Part 2. The graptolites of the Lancefield Beds. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 11: 164–178.
- Heredia, S.E. y Aceñolaza, G.F. 2005. The *Trapezognathus diprion* conodont Zone and correlation of an outstanding occurrence of the *Cruziana rugosa* group (trace fossils) in the Lower Ordovician of western Gondwana. *Gondwana 12* (Mendoza), *Academia Nacional de Ciencias, Abstracts*, p. 197.
- Hopkinson, J. y Lapworth, C. 1875. Descriptions of the graptolites of the Arenig and Llandeilo Rocks of St. David's. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 31: 631–672.
- Jackson, D.E. y Lenz, A.C. 2000. Some graptolites from the Tremadoc and early Arenig of Yukon, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 37: 1177–1193.
- Jackson, D.E. y Lenz, A.C. 2003. Taxonomic and biostratigraphical significance of the Tremadoc graptolite fauna from northern Yukon Territory, Canada. *Geological Magazine* 140: 131–156.
- Ji, Z. y Barnes, C.R., 1994. Lower Ordovician conodonts of the St. George Group, Port au Port Peninsula, W Newfoundland, Canada. *Palaeontographica Canadiana* 11: 1–99.
- Kayser, E. 1898. Weiterer Beitrag zur Kenntnis der älteren paläozoischen Faunen Südamerikas. *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft* 50: 423–429.
- Kennedy, D.J. 1980. A restudy of conodonts described by Branson and Mehl, 1933, from the Jefferson City Formation, Lower Ordovician, Missouri. *Geologica et Palaeontologica* 14: 45–76.
- Kim, J.Y., Kwom, K.R. y Cho, H.S. 2005. Early Ordovician graptolites from the Dumugol Formation of the Taebaek area, Korea. *Proceedings of the 2005 Fall Meeting of the Korea Earth Science Society*, p. 449.
- Kobayashi, T. 1935. On the *Kainella* Fauna of the Basal Ordovician Age found in Argentina. *Japanese Journal of Geology and Geography* 12: 59–67.
- Lehnert, O. 1995. Ordovizische Conodonten aus der Präkordillere Westargentinens: Ihre Bedeutung für Stratigraphie und Paläogeographie. *Erlanger Geologische Abhandlungen* 125: 1–193.
- Lindholm, K. 1991a. Hunnebergian graptolites and biostratigraphy in southern Scandinavia. *Lund Publications in Geology* 95: 1–36.
- Lindholm, K. 1991b. Ordovician graptolites from the early Hunneberg of southern Scandinavia. *Palaeontology* 34: 283–327.
- Lindström, M. 1955. Conodonts from the lowermost Ordovician strata of south-central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 76: 517–604.
- Lindström, M. 1971. Lower Ordovician conodonts of Europe. En: W.C. Sweet y S.M. Bergström (eds.), *Symposium on conodont biostratigraphy, Geological Society of America, Memoirs* 127: 21–61.
- Löfgren, A. 1993. Conodonts from the Lower Ordovician at Hunneberg, south-central Sweden. *Geological Magazine* 130: 215–232.
- Löfgren, A. 1994. Arenig (Lower Ordovician) conodonts and biozonation in the Eastern Siljan District, Central Sweden. *Journal of Paleontology* 68: 1350–1368.
- Löfgren, A. 1996. Lower Ordovician conodonts, reworking, and biostratigraphy of the Orreholmen quarry, Västergötland, south-central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 118: 169–183.
- Löfgren, A. 1997. Conodont faunas from the upper Tremadoc at Brattefors, south-central Sweden, and reconstruction of the *Palodus* apparatus. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 119: 257–266.
- Löfgren, A. y Bergström, S.M. 2002. A stratigraphically significant conodont fauna from the base of the *Tetragraptus approximatus* Zone at Holsbroten, Mt. Hunneberg, SW Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 124: 131–134.
- McTavish, R.A. 1973. Prioniodontacean conodonts from the Emanuel Formation (Lower Ordovician) of Western Australia. *Geologica et Palaeontologica* 7: 27–58.
- Maletz, J. 1997. Arenig biostratigraphy of the Point-de-Levi slice, Quebec, Appalachians, Canada. *Canadian Journal of Earth Sciences* 34: 733–752.
- Maletz, J. 1999. Late Tremadoc graptolites and the base of the *Tetragraptus approximatus* Zone. En: P. Kraft y O. Fatka (Eds.), *Quo vadis Ordovician? Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 43: 25–28.
- Maletz, J. 2006. The graptolite genus *Hunnegraptus* in the Early Ordovician of Texas, USA. *Journal of Paleontology* 80: 423–429.
- Maletz, J. y Egenhoff, S. 2001. Late Tremadoc and Early Arenig graptolite faunas of southern Bolivia and their implications for a worldwide biozonation. *Lethaia* 34: 47–62.
- Maletz, J., Löfgren, A. y Bergström, S.M. 1996. Proposal for the adoption of the Diabasrotter section (Hunneberg, Västergötland) as a Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the second Series of the Ordovician System. *Newsletters on Stratigraphy* 34: 129–159.
- Maletz, J., Egenhoff, S. y Erdtmann, B.-D. 1999. Late Tremadoc to early Arenig graptolite succession of southern Bolivia. En: P. Kraft y O. Fatka (Eds.), *Quo vadis Ordovician? Acta Universitatis Carolinae, Geologica* 43: 29–32.
- Martín, J.L., Malanca, S. y Sureda, R. 1987. La fauna graptolítica de la sierra de Aguilar, Jujuy, Argentina. Algunos comentarios sobre las formaciones ordovícicas. *4º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (Santa Cruz de la Sierra), *Actas* 2: 599–619.
- Monsen, A. 1925. Über eine neue Ordovizische Graptolithenfauna. *Norsk geologisk Tidsskrift* 8: 147–187.
- Monsen, A. 1937. Die Graptolithenfauna im Unteren Didymograptusschiefer (Phyllograptusschiefer) Norwegens. *Norsk geologisk Tidsskrift* 16: 57–263.
- Monteros, J. A. 2005. [Las graptofaunas del Ordovícico Inferior de la sierra de Mojotoro, Cordillera Oriental argentina. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta, 198 p. Inédita].
- Mu, A.T. 1957. Some new or little known graptolites from the Ningkuo Shale (Lower Ordovician) of Changshan, western Chekiang. *Acta Palaeontologica Sinica* 5: 369–438.
- Mu, E.Z., Song, L.S., Li, J.S., Xu, B.Z. y Zhang, Y.K., 1982. Hemichordata. En: Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources (Ed.), *Palaeontological Atlas of Northwest China (Shaanxi-Gansu-Ningxia)*, Beijing Geological Publishing House, Beijing, p. 294–347.
- Nicholson, H.A. 1873. On some fossils from the Quebec of Point Levis, Quebec. *Annals and Magazine of Natural History, series* 4 11: 133–143.
- Ortega, G. y Albanesi, G. L. 2002. Bioestratigrafía de graptolitos y conodontes del Tremadociano tardío de la Cordillera Oriental, Argentina. *15º Congreso Geológico Argentino* (El Calafate), *Actas* 1: 542–547.
- Ortega, G. y Albanesi, G. L. 2003. Late Tremadocian graptolite sequence from the Parcha area, Eastern Cordillera, Salta Province, Argentina. En: G. Ortega y G.F. Aceñolaza (Eds.), *Proceedings of the 7th International Graptolite Conference and 2003 Field Meeting of the Subcommission on Silurian Stratigraphy* (San Juan), *Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 18: 79–85.
- Ortega, G. y Albanesi, G.L. 2005. Tremadocian graptolite-conodont biostratigraphy of the Cordillera Oriental, NW Argentina. *Geologica Acta* 3: 355–371.
- Ortega, G. y Suárez Soruco, R. 1994. Graptofaunas ordovícicas (Tremadociano-Arenigiano temprano) del área de Culpina, Departamento Tarija,

- sur de Bolivia. *Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos* 15: 217–244.
- Ortega, G., Monaldi, C.R., Albanesi, G.L. y Zeballo, F.J. 2007. Las zonas de *Araneograptus murrayi* y *Hunnegraptus copiosus* (Tremadociano tardío) en la sierra de Zenta, Cordillera Oriental, noroeste argentino. *Ameghiniana Suplemento Resúmenes* 44: 97R–98R.
- Pander, C.H. 1856. *Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements*. Akademie der Wissenschaften, 91 p.
- Pillola, G.L., Piras, S. y Serpagli, E. 2008. Upper Tremadoc–Lower Arenig? Anisograptid–Dichograptid fauna from the Cabitza Formation (Lower Ordovician, SW Sardinia, Italy). *Revue de Micropaléontologie* 51: 167–181.
- Pritchard, G.B. 1892. On a new species of Graptolitidae (*Temnograptus magnificus*). *Proceedings of the Royal Society of Victoria (New Series)* 4: 56–58.
- Pyle, L.J. y Barnes, C.R., 2002. Taxonomy, evolution, and biostratigraphy of conodonts from the Kechika Formation, Skoki Formation, and Road River Group (Upper Cambrian to Lower Silurian), Northeastern British Columbia. *Ottawa, NRC Research Press: 1–227*.
- Rao, R.I., Hüinicken, M.A. y Ortega, G. 1994. Conodontes y graptolitos del Ordovícico Inferior (Tremadociano–Arenigiano) en el área de Purmamarca, Provincia de Jujuy, Argentina. *Anais Academia Brasileira de Ciências* 66: 59–83.
- Repetski, J.E., 1982. Conodonts from El Paso Group (Lower Ordovician) of westernmost Texas and southern New Mexico. *New Mexico Bureau Mines and Mineral Resources, Memoir* 40: 1–121.
- Robardet, M., Piçarra, J.M., Štorch, P., Gutiérrez-Marco, J.C. y Sarmiento, G.N. 1998. Ordovician and Silurian stratigraphy and faunas (graptolites and conodonts) in the Ossa Morena zone of the SW Iberian Peninsula (Portugal and Spain). En: J.C. Gutiérrez-Marco e I. Rábano (Eds.), *Proceedings 6th International Graptolite Conference (GWG-IPA) & 1998 Field Meeting IUGS Subcommission on Silurian Stratigraphy (Madrid)*, *Temas Geológico-Mineros ITGE* 23: 289–318.
- Ross, J.R. Jr., Hintze, L.F., Ethington, R.L., Miller, J.F., Taylor, M.E. y Repetski, J.E. 1997. The Ibexian, Lowermost Series in the North American Ordovician. *U. S. Geological Survey Professional Paper* 1579: 1–50.
- Rubinstein, C.V., Toro, B.A. y Waisfeld, B.G. 1999. Acritarch biostratigraphy of the upper Tremadoc–Arenig of the Eastern Cordillera, northwestern Argentina: relationships with graptolite and trilobite fauna. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 38: 267–286.
- Sachanski, V., Özgül, N. y Arpat, E. 2006. The graptolite species *Hunnegraptus copiosus* Lindholm, 1991 from the Lower Ordovician of Central Taurus, Turkey. En: Y. Yanev (Ed.), *Proceedings of the National Conference, Geosciences*: 49–52.
- Salfity, J.A. y Marquillas, R.A. 1994. Tectonic and sedimentary evolution of the Cretaceous–Eocene Salta Group basin, Argentina. En: J.A. Salfity (Ed.), *Cretaceous tectonics of the Andes*: 266–315.
- Sánchez, T. M. y Vaccari, N.E. 2005. Babinkia (Bivalbia, Heteroconchia) en el Ordovícico Temprano del Noroeste Argentino. *Ameghiniana, Suplemento Resúmenes* 42: 41R–42R.
- Sandruss, A. 1974. [Geología del área de Ing. Mauri, departamento Rosario de Lerma, Salta, República Argentina. Trabajo Final de Licenciatura, Universidad Nacional de Tucumán, 113 p. Inédito].
- Spjeldnaes, N. 1963. Some Upper Tremadocian graptolites from Norway. *Norsk geologisk Tidsskrift* 6: 121–131.
- Steinmann, G. y Hoek, H. 1912. Das Silur und Cambrium des Hochlandes von Bolivia Und ihre Fauna. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* 34: 176–252.
- Stouge, S. y Bagnoli, G. 1988. Early Ordovician conodonts from Cow Head Peninsula, West Newfoundland. *Palaentographia Italica* 75: 89–179.
- Stouge, S. y Bagnoli, G. 1999. The suprageneric classification of some Ordovician prionodontid conodonts. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 37: 145–158.
- Sweet, W.C. 1988. The Conodonta. *Oxford Monographs of Geology and Geophysics* 10: 1–212.
- Tipnis, R.S., Chatterton, B.D.E. y Ludvigsen, R. 1978. Ordovician conodont Biostratigraphy of the Southern District of Mckenzie, Canada. En: C.R. Stelck y B.D.E. Chatterton (Eds.), *Western and Arctic Canadian Biostratigraphy, Geological Association of Canada Special Paper* 18: 39–91.
- Thomas, D.E. 1973. Two new graptolites from Victoria. *Geological Magazine* 109: 529–532.
- Toro, B.A. y Brussa, E.D. 2003. Graptolites. En: J.L. Benedetto (Ed.), *Ordovician fossils of Argentina*, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba: 441–505.
- Toro, B.A., de la Puente, G.S. y Rubinstein, C.V. 2010. New graptolite, chitinozoan and acritarch records from the Pascha-Incamayo area, Cordillera Oriental, Argentina. *Comptes Rendus Palevol* 9: 23–30.
- Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F. 2010. Trilobites tremadocianos de abra de Zenta (Cordillera Oriental, provincias de Jujuy y Salta). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 66: 156–163.
- Turner, J.C.M. 1960. Faunas graptolíticas de América del Sur. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 14: 1–180.
- Vergel, M.M., Araoz, L. y Rubinstein, C.V. 2002. Ordovician palynomorphs of the Argentina: an integrated approach. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina, Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 16: 209–224.
- Wang, C.Y. (Ed.). 1993. *Conodonts of the Lower Yangtze Valley—an index to biostratigraphy and organic metamorphic maturity*. Science Press, Beijing, (en chino, con resumen en inglés): 1–267.
- Wang, X.F. y Wang, C.S. 2001. Tremadocian (Ordovician) graptolite diversification events in China. *Alcheringa* 25: 155–168.
- Williams, S.H., Barnes, C.R., O'Brien, F.H.C. y Boyce, W.D. 1994. A proposed global stratotype for the second series of the Ordovician System: Cow Head Peninsula, western Newfoundland. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 42: 219–231.
- Williams, S.H., Nowlan, G.S., Barnes, C.R. y Batten, R.S.R. 1999. The Ledge section at Cow Head, western Newfoundland as a GSSP candidate for the lower boundary of the second stage of the Ordovician System: new data and discussion of the graptolite, conodont and chitinozoan assemblages. *A report to the IUGS/ICS subcommission on Ordovician Stratigraphy*, p. 1–30.
- Zeballo, F.J., Albanesi, G.L. y Ortega, G. 2008. New late Tremadocian (Early Ordovician) conodont and graptolite records from the southern South American Gondwana margin (Eastern Cordillera, Argentina). *Geologica Acta* 6: 127–141.
- Zhang, Y.D., Erdtmann, B-D. y Feng, H.Z. 2004. Tremadocian (Early Ordovician) graptolite biostratigraphy of China. *Newsletters on Stratigraphy* 40: 155–182.
- Zhen, Y.Y., Percival, I.G. y Webby, B.D. 2003. Early Ordovician conodonts from Far Western New South Wales, Australia. *Records of the Australian Museum* 55: 169–220.
- Zhen, Y.Y., Liu, J. y Percival, I.G. 2005. Revision of two Prionodontid species (Conodonta) from the Early Ordovician Honghuayuan Formation of Guizhou, South China. *Records of the Australian Museum* 57: 303–320.
- Ziegler, W. (Ed.) 1977. *Catalogue of conodonts*, 3. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, p. 1–574.
- Zimmermann, U., Moya, M.C. y Bahlburg, H. 1999. First finds of Lower Ordovician graptolites propose a new stratigraphic subdivision for the southern Puna (NW Argentina). *14^o Congreso Geológico Argentino (Salta)*, *Actas* 1: 343–346.

doi: 10.5710/AMGH.v48i2(295)

Recibido: 18 de diciembre de 2009**Aceptado:** 6 de noviembre de 2010