

Conodontes cámbricos y *Jujuyaspis keideli* Kobayashi (Trilobita) en el Miembro Alfarcito de la Formación Santa Rosita, quebrada de Humahuaca, Cordillera Oriental de Jujuy



Fernando J. ZEBALLO¹ y Guillermo L. ALBANESI^{1,2}

Abstract. CAMBRIAN CONODONTS AND *JUJUYASPIS KEIDELI* KOBAYASHI (TRILOBITA) FROM THE ALFARCITO MEMBER OF THE SANTA ROSITA FORMATION, QUEBRADA DE HUMAHUACA, CORDILLERA ORIENTAL OF JUJUY. A conodont fauna from the lower levels of the Alfarcito Member (Santa Rosita Formation) at the Salto Alto section, Quebrada de Humahuaca, is analyzed. Recorded conodonts are associated to the trilobite *Jujuyaspis keideli keideli* Kobayashi, among others, which represents the homonymous zone. Although the range of this taxon has been considered largely to be restricted to the lower Tremadocian (basal Lower Ordovician), the conodont assemblage refers to the *Cordylodus intermedius* Zone, *Hirsutodontus simplex* Subzone, from the upper Cambrian. The conodont species *Albiconus postcostatus* Miller, *Cordylodus* cf. *andresi* Viira and Sergeyeva, C. cf. *tortus* Barnes, *Hirsutodontus simplex* (Druce and Jones), *Variabiloconus datsonensis* (Druce and Jones), ?"Prooneotodus" *mitriformis* Dubinina, *Prosagittodontus* sp., *Teridontus gallicus* Serpagli, Ferretti, Nicoll and Serventi, and *Westergaardodina polymorpha* Müller and Hinz, are described for the first time in the Cordillera Oriental of Argentina from Cambrian levels. The faunal assemblage shows a strong resemblance with that one found in western Newfoundland incorporating Baltic taxa. Therefore, the faunal condition fits consistently with previous paleobiogeographic reconstructions for this latitude.

Resumen. Se analiza una fauna de conodontes procedente del tramo basal del Miembro Alfarcito (Formación Santa Rosita) en la sección del Salto Alto, quebrada de Humahuaca, provincia de Jujuy. Los conodontes registrados se asocian al trilobite *Jujuyaspis keideli keideli* Kobayashi, entre otros, el cual representa a la zona homónima. Si bien el rango de este taxón ha sido considerado tradicionalmente como restringido al Tremadociano inferior (base del Ordovícico Inferior), el registro conjunto con conodontes de la Zona de *Cordylodus intermedius*, Subzona de *Hirsutodontus simplex*, determina su aparición en el Cámbrico superior. Se describen taxones hallados por primera vez en la Cordillera Oriental argentina para niveles cámbricos, tales como *Albiconus postcostatus* Miller, *Cordylodus* cf. *andresi* Viira y Sergeyeva, C. cf. *tortus* Barnes, *Hirsutodontus simplex* (Druce y Jones), *Variabiloconus datsonensis* (Druce y Jones), ?"Prooneotodus" *mitriformis* Dubinina, *Prosagittodontus* sp., *Teridontus gallicus* Serpagli, Ferretti, Nicoll y Serventi, y *Westergaardodina polymorpha* Müller y Hinz. La referida asociación faunística es similar a la documentada para el oeste de Terranova, incorporando taxones propios del área báltica. Esta condición es consistente con esquemas paleobiogeográficos previos para altas latitudes.

Key words. Conodonts. Trilobites. Cordillera Oriental. Santa Rosita Formation. Cambro-Ordovician.

Palabras clave. Conodontes. Trilobites. Cordillera Oriental. Formación Santa Rosita. Cámbrico-Ordovícico.

Introducción

La quebrada del Salto Alto, en el área de Purmamarca, es una localidad paleontológica clásica de la Cordillera Oriental de Jujuy. Numerosos autores (e.g., Kobayashi, 1936; Harrington, 1938; Harrington y Leanza, 1957; Tortello y Aceñolaza, 1999; Tortello y Clarkson, 2003) estudiaron progresivamente la fauna de trilobites de las secuencias aflorantes en este sec-

tor de la Cordillera Oriental; otros, por su parte, describieron una profusa icnofauna procedente de los niveles basales de la misma (Aceñolaza, 1996; Mángano *et al.*, 1996; Mángano *et al.*, 2005).

La localidad incluye un tramo conspicuo de lutitas oscuras, el cual fue descrito originalmente como "Lutitas Purmamarca" por Harrington y Leanza (1957) y reasignado posteriormente a la Formación Santa Rosita (Buatois y Mángano, 2003). Aunque la sección fue considerada parte de la Formación Casa Colorada por varios autores (Aceñolaza y Nieva, 2003; Tortello y Clarkson, 2003) o del Miembro Casa Colorada de la Formación Santa Rosita (Zeballo y Albanesi, 2008), en este trabajo se sigue el criterio propuesto por Vaccari *et al.* (2008), quienes la consi-

¹Museo de Paleontología, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 299, 5000 Córdoba, Argentina fzeballo@com.uncor.edu

²CICTERRA-CONICET. Casilla de correo 1598, 5000 Córdoba, Argentina galbanes@com.uncor.edu

deran parte del espectro de facies del Miembro Alfarcito de la Formación Santa Rosita. La edad de este tramo lutítico fue clásicamente considerada ordovícica basal sobre la base del registro del trilobite *Jujuyaspis keideli* Kobayashi, cuya primera aparición ha sido interpretada como determinante del límite Cámbrico-Ordovícico a escala regional (Aceñolaza, 1983; Aceñolaza y Aceñolaza, 1992), mientras que la del género *Jujuyaspis* lo sería a nivel global (e.g., Landing *et al.*, 1978; Cooper *et al.*, 2001; véase síntesis en Tortello y Clarkson, 2003, p. 258-259).

Nuevas investigaciones en la Quebrada del Salto Alto han revelado la presencia de varios niveles de rocas calcáreas intercalados dentro de las "Lutitas Purmamarca", entre los cuales algunos resultaron productivos para conodontes. Estos últimos proporcionan información reveladora sobre la edad de la unidad y permiten ampliar el rango bioestratigráfico de *Jujuyaspis keideli* al Cámbrico superior.

Ubicación y marco geológico

Los afloramientos de la Formación Santa Rosita (Turner, 1960), en el margen oriental de la Quebrada de Humahuaca, suprayacen en forma discordante al Grupo Mesón (Cámbrico tardío), iniciándose con las areniscas con estratificación cruzada de paleoambiente estuarino del Miembro Tilcara a las que le suceden lutitas y limolitas negras a gris verdosas y pardas, que representan un ambiente de plataforma abierta en el Miembro Casa Colorada. La unidad se completa con las areniscas claras, de carácter estuarino, del Miembro Pico de Halcón, y los miembros heterolíticos Alfarcito, Rupasca y Humacha, que representan diversos paleoambientes de mar abierto (Buatois *et al.*, 2006).

La sección estratigráfica estudiada en este trabajo, que corresponde al tramo inferior de la Formación Santa Rosita, atraviesa la quebrada del Salto Alto que se encuentra aproximadamente frente a la antigua estación ferroviaria de Purmamarca, ocupada en la actualidad por Gendarmería Nacional, 1 km al sudeste del cruce entre las rutas nacionales 9 y 52 (figura 1). Harrington y Leanza (1957) definieron de manera informal las "Lutitas Purmamarca" (*Purmamarca Shales*), comprendiendo un espesor de ca. 250 m, en esta localidad o en las proximidades de la misma a juzgar por la ubicación no muy precisa que estos autores indican en la página 13: "*exposed on the east side of Quebrada de Humahuaca directly east of Purmamarca railway station*" (sic). De acuerdo al espesor registrado, es probable que estos autores hayan involucrado en ese espesor a los recientemente redefinidos miembros Casa Colorada, Pico de Halcón y al tramo inferior a medio aflorante (ca. 150 m) de Alfarcito (según AMEGHINIANA 46 (3), 2009

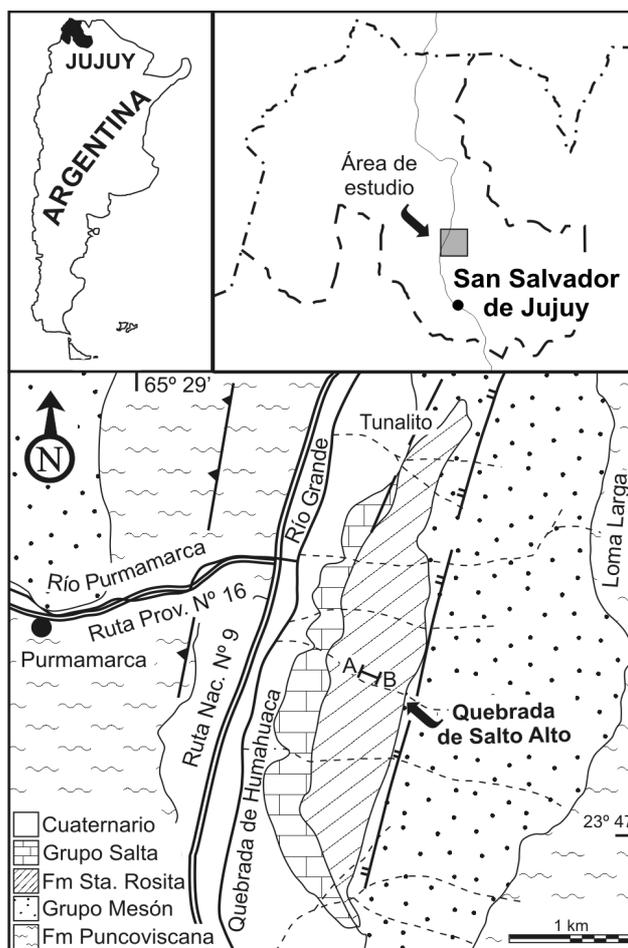


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio / location map of the study area.

Buatois *et al.*, 2006). Una interpretación reciente sobre los sucesivos ciclos sedimentarios y eustáticos que estas unidades representan en la cuenca puede verse en Moya (2008).

En una nueva campaña al área de estudio se pudo verificar que la sucesión aflorante en la quebrada del Salto Alto (hasta el accidente topográfico que le da nombre a la quebrada y complica el acceso aguas arriba) comienza con areniscas cuarzosas de grano fino a medio, masivas, en paquetes gruesos y colores claros pertenecientes al Miembro Pico de Halcón. El techo de esta unidad presenta una costra ferruginosa y una profusión de trazas fósiles (skolithos y cruzianas subordinadas). En el sector observado, el suprayacente Miembro Alfarcito contacta en forma neta, a diferencia de lo que ocurre en otros sectores del área de estudio, donde Vaccari *et al.* (2008) observaron un conglomerado basal lentiforme de 1 m de espesor, el cual implicaría un hiato significativo, si bien de duración probablemente no determinable por bioestratigrafía de alta resolución. La parte inferior del pri-

mer ciclo transgresivo-regresivo del Miembro Alfarcito comienza con una sucesión heterolítica de 45 m de espesor con predominio de areniscas sobre pelitas, y por encima de éstas se superponen de manera concordante una serie de lutitas negras piritosas, muy físciles, de ca. 35 m de espesor con trilobites abundantes, y que intercalan los niveles de calcarenitas muestrados para conodontes. La secuencia continúa con limolitas y areniscas con trazas fósiles frecuentes, correspondientes al segundo ciclo transgresivo-regresivo, y base del tercer ciclo del mismo miembro. Un contacto tectónico separa a esta unidad de los depósitos cretácico-terciarios que se extienden hacia la boca de la quebrada. La sección se encuentra parcialmente afectada por pliegues y fracturas (figura 2).

Materiales y métodos

Con el objetivo de recuperar microfósiles se recolectaron 14 muestras calcáreas en el perfil medido, con masas de entre 1,5 y 3,5 kg, que totalizan ca. 36,3 kg. Las mismas fueron procesadas mediante solución de ácido acético al 10% y la fracción insoluble recuperada por lavado en tamiz de malla 60, secada, concentrada a través de líquido denso (bromoformo) y examinada mediante lupa binocular, para finalmente rescatar los conodontes con la técnica de *picking*. El sedimento restante, sin reacción al ácido, fue sometido al método de desagregación térmica (calentamiento y enfriamiento alternados) hasta conseguir su completa desintegración, procurando recuperar una mayor cantidad de elementos (Stone, 1987).

La colección estudiada cuenta con 859 ejemplares de conodontes y se encuentra depositada en el repositorio del Museo de Paleontología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba, bajo la sigla CORD-MP (microfósiles) y CORD-PZ (macrofósiles)(apéndice, tabla 1).

Bioestratigrafía

La colección de trilobites recuperada del intervalo de lutitas negras del Miembro Alfarcito es abundante (cientos de especímenes) y se encuentra en buen estado de conservación. La fauna incluye como taxón dominante a *Jujuyaspis keideli keideli* junto con *Angelina hyeronimi* (Kayser), *Parabolinella argentinensis* Kobayashi y *Bienvillia* sp. (figuras 3, 4). Tortello y Aceñolaza (1999) describen de estos mismos niveles a los agnóstidos *Anglagnostus?* n. sp. A Tortello y Aceñolaza, y *Micragnostus* sp. La totalidad de la fauna corresponde a la Zona de *J. keideli* según la recién

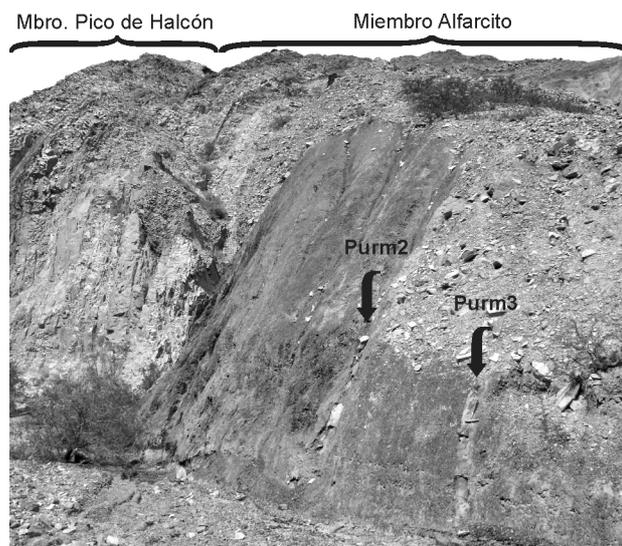


Figura 2. Vista panorámica de la sección del Salto Alto donde se observan la parte heterolítica y lutítica de la base del Miembro Alfarcito y los niveles que produjeron la mayor parte de la colección de conodontes (vista hacia el sur, niveles inferiores hacia el este) (martillo como escala sobre el nivel Purm3) / panoramic view of the Salto Alto section where it is observed the heterolithic and shaly parts of the base of the Alfarcito Member, and the levels from which the major part of the conodont collection is provening (view to the South, lower levels to the East) (hammer as scale on the level Purm3).

te definición de Waisfeld y Vaccari (2008). Aceñolaza y Nieva (2003) señalan la presencia de *Parabolina* (*Neoparabolina*) *frequens argentina* en la sección investigada, pero nuevos muestreos intensivos de esta sección no lo registraron en asociación con la fauna antedicha. Waisfeld y Vaccari (2008) y Vaccari *et al.* (2008) señalan que *J. keideli keideli* y *P. frequens argentina* no solo no se encuentran juntos en ninguna localidad de esta cuenca sino que, además, existiría un hiato entre sus respectivos rangos. Por otra parte, en nuestras búsquedas intensivas de graptolitos en las mismas pelitas negras que contienen *J. keideli* a través del tramo inferior del Miembro Alfarcito no hemos registrado ninguna evidencia de graptolitos planctónicos, lo cual es coincidente con la ausencia de estos fósiles en estratos cámbricos.

Los conodontes provienen de un nivel de coquina intercalado entre las areniscas de la base del Miembro Alfarcito y de cinco niveles de calcarenitas de la parte inferior de la misma unidad. Estos conodontes pertenecen a las especies *Cordylodus caboti* Bagnoli, Barnes y Stevens, *C. intermedius* Furnish, *C. proavus* Müller, *C. viruanus* Viira y Sergeyeva, *C. cf. andresi* Viira y Sergeyeva, *C. cf. tortus* Barnes, *Cordylodus* n. sp., *Drepanodus* sp., *Hirsutodontus simplex* (Druce y Jones), *H. aff. hirsutus* Miller, *Variabiloconus datsonensis* (Druce y Jones), *Semiacontiodus* sp., *Teridontus nakamurai* (Nogami), *T. gallicus* Serpagli, Ferretti, Nicoll

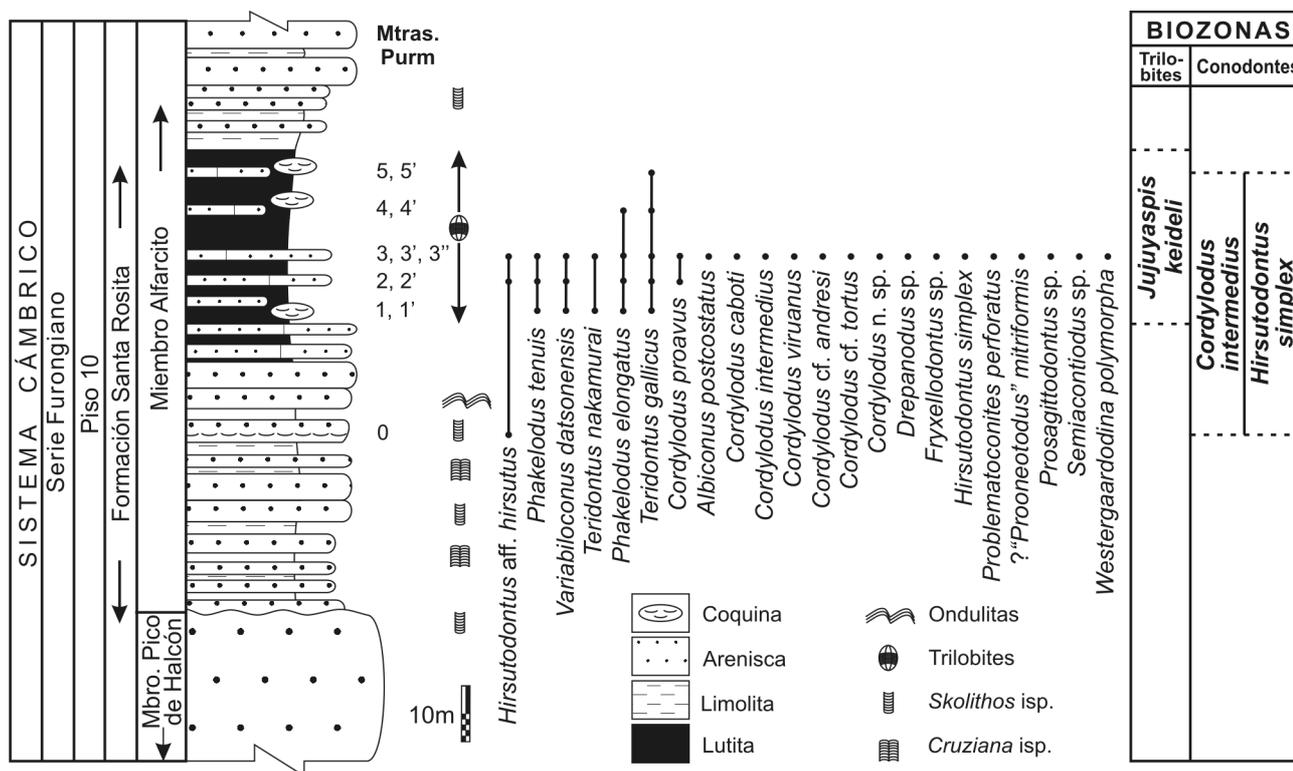


Figura 3. Columna estratigráfica de la Formación Santa Rosita en la Quebrada del Salto Alto, con indicación de los niveles fosilíferos y rangos de especies de conodontes / stratigraphic column of the Santa Rosita Formation at Quebrada del Salto Alto, indicating fossiliferous levels and ranges of conodont species.

y Serventi, y se destaca además una alta frecuencia de proto y paraconodontes, tales como *Albiconus postcostatus* Müller, *Phakelodus elongatus* (Zhang), *P. tenuis* (Müller), *Problematoconites perforatus* Müller, ?"Prooneotodus" mitriformis Dubinina, *Prosagittodontus* sp. y *Westergaardodina polymorpha* Müller y Hinz.

Discusión

La asociación de conodontes coleccionada corresponde a la Zona de *Cordylodus intermedius*, cuya posición cronoestratigráfica se encuentra en el Piso 10 del Furongiano, en el Cámbrico superior (figura 5). Si bien la especie nominal de la zona extiende sus registros hacia la parte inferior del Piso Tremadociano, tal como lo hacen otras especies (e.g., *Teridontus gallicus*, ver discusión en Sistemática Paleontológica), los rangos del taxón guía de la Subzona de *Hirsutodontus simplex* y de otras especies como *Albiconus postcostatus*, *Variabiloconus datsonensis* y *Westergaardodina polymorpha* no atraviesan el límite Cámbrico-Ordovícico según los registros documentados (e.g., Druce y Jones, 1971; Miller et al., 2006). Incidentalmente, interpretamos que los taxones *Hirsutodontus* aff. *hirsu-*

tus y *Cordylodus* cf. *andresi* son formas derivadas de las especies *H. hirsutus* y *C. andresi*, cuyos rangos no superan la Zona de *C. proavus* (Miller et al., 2006); por lo cual asumimos que la asociación registrada queda restringida a la parte baja de la Zona de *C. intermedius*, en la Subzona de *Hirsutodontus simplex*. El rango de *Cordylodus caboti* coincide con el de *C. intermedius* en los registros conocidos, acotando la edad basal de la asociación estudiada (referencias en Sistemática Paleontológica). Por consiguiente, la parte inferior heterolítica (psamo-pelítica) y el tramo lutítico (= Lutitas Purmamarca con *J. keideli*) correspondientes al primer ciclo del Miembro Alfarcito quedan delimitados a la parte más alta del Cámbrico superior.

Estos datos indican que, si bien *Jujuyaspis keideli* es un taxón cuyo rango estratigráfico fue referido al Tremadociano inferior (Ordovícico Inferior), su primera aparición se verifica pre-ordovícica, correspondiendo al Cámbrico más alto. Sin embargo, no se desestima el uso de *J. keideli* como indicador de una aproximación al límite Cámbrico-Ordovícico, ya que es un macrofósil que se registra con frecuencia en diversas localidades del noroeste argentino, y su rango se extiende a través de un intervalo que contiene a dicho límite.

Tortello et al. (1999) documentan la presencia de *J.*

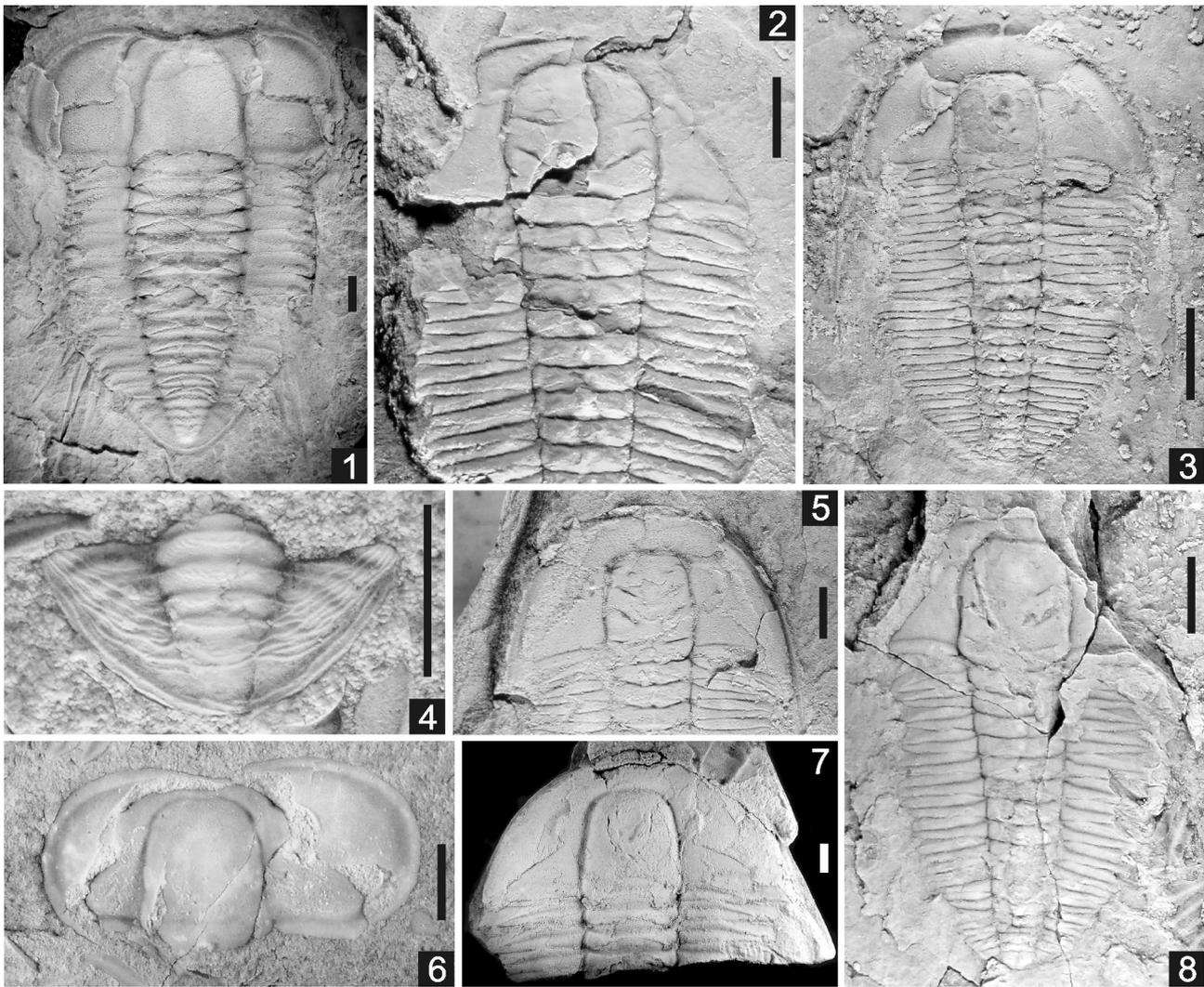


Figura 4. Trilobites registrados en la parte inferior del Miembro Alfarcito, Formación Santa Rosita, en el área de estudio / trilobites recorded from the lower part of the Alfarcito Member, Santa Rosita Formation, at the study area. **1, 4, 6, *Jujuyaspis keideli keideli*** Kobayashi, **1**, CORD-PZ 32274, ejemplar completo / complete specimen, **4**, CORD-PZ 32275a, pigidio / pygidium, **6**, CORD-PZ 32275b, céfalo / cephalon; **2, 8, *Bienvillia* sp.**, **2**, CORD-PZ 32277a, cranidio-tórax / cranidium-thorax, **8**, CORD-PZ 32277b, escudo axial / axial shield; **3, 5, *Parabolinella argentinensis*** Kobayashi, **3**, CORD-PZ 32278, ejemplar completo / complete specimen, **5**, CORD-PZ 32298, céfalo y tórax fragmentario / cephalon and fragmentary thorax; **7, *Angelina hyeronimi*** (Kayser), CORD-PZ 32146, céfalo con hipostoma y tórax fragmentario / cephalon with hypostome and fragmentary thorax. Escala gráfica / scale bar: 2 mm.

keideli keideli asociado a conodontes de la Zona de *Cordylodus lindstromi* en la quebrada Amarilla, Sierra de Cajas de Jujuy, siguiendo el trabajo de Rao (1999), siendo éste un registro ligeramente más joven que el documentado en este trabajo. En el año de tales publicaciones la base de la Zona de *C. lindstromi* se asumía informalmente como la base del Sistema Ordovícico (*sensu* Barnes, 1988). La proposición por Cooper *et al.* (2001) de la sección de Green Point, en Terranova, y el dato de primera aparición (FAD) del conodonte *lapetognathus fluctivagus* Nicoll *et al.*, como sección estratotipo global y punto, respectivamente, para la base del Sistema Ordovícico fue oficialmente elegida por la IUGS (<http://www.ordovician.cn>). En

razón de que el FAD de *I. fluctivagus* y la base de la biozona que define ocupa la parte alta de la anterior Zona de *C. lindstromi*, desde entonces, la mayor parte de esta última es reubicada como unidad cuspidal del Sistema Cámbrico (Miller *et al.*, 2006).

En la Formación Lampazar del Angosto de Lampazar, provincia de Salta, Tortello y Rao (2000) describen la aparición conjunta de *Parabolina (N.) frequens argentina* y *Cordylodus angulatus*; sin embargo, una detallada revisión del material de repositorio, reveló la ausencia de *C. angulatus* en las muestras analizadas, o su incorrecta identificación, en una colección con conodontes cuyos rangos se restringen al Cámbrico [*e.g.*, *Monocostodus sevierensis* (Miller)]. Los

SISTEMA	SERIE	PISO	ZONAS DE CONODONTES			
			Norteamérica		Noroeste argentino	
ORDOVÍCICO	Inferior	Tremadociano	<i>Cordylodus angulatus</i>		<i>Cordylodus angulatus</i>	
			lapetognathus		"lapetognathus"	
CÁMBRICO	Furongiano	10	<i>Cordylodus lindstromi sensu lato</i>		<i>Cordylodus lindstromi sensu lato</i>	
			<i>Cordylodus intermedius</i>	<i>Clavohamulus hintzei</i>	<i>Cordylodus intermedius</i>	?
				<i>Hirsutodontus simplex</i>		<i>Hirsutodontus simplex</i>
			<i>Cordylodus proavus</i>	<i>Clavohamulus elongatus</i>	<i>Cordylodus proavus</i>	?
				<i>Fryxellodontus inornatus</i>		
				<i>Hirsutodontus hirsutus</i>		<i>Hirsutodontus hirsutus</i>

Figura 5. Cuadro bioestratigráfico de conodontes del Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior. El área sombreada representa la edad referida por los conodontes estudiados. Modificado de Miller et al. (2006) y Albanesi et al. (2008) / biostratigraphic chart of the Upper Cambrian-Lower Ordovician showing the chronostratigraphic interval referred by the studied conodonts. Modified after Miller et al. (2006) and Albanesi et al. (2008).

especímenes ilustrados en aquel trabajo como *C. angulatus* presentan una morfología externa y el margen anterior de la cavidad basal cóncavo, con el ápice dirigido hacia el borde anterior de la cúspide, lo cual no es característico de dicha especie. A su vez, el único ejemplar asignado a *Monocostodus sevierensis* por Zeballo et al. (2005) para la Zona de *C. angulatus* en el área de Alfarcito, pudo verificarse como *Semiacontiodus striatus* Zeballo et al. en una nueva revisión de esa colección tremadociana.

Por otra parte, Tortello y Esteban (2003a), Esteban y Tortello (2007) y Tortello y Clarkson (2008), documentan la presencia de *Parabolina (N.) frequens argentina* en la Formación Lampazar, en la sierra de Cajas y otras localidades de la Cordillera Oriental argentina. A su vez, Albanesi (en Moya et al., 2003) reconoce la Zona de *Cordylodus proavus* en la misma formación, en el Angosto del Moreno, a través del registro conjunto de *C. proavus*, *Eoconodontus notchpeakensis* (Miller) e *Hirsutodontus hirsutus*, entre otras especies, junto con *P. frequens argentina*. Por lo tanto, el registro de este último taxón correspondería al Cámbrico tardío (Furongiano), edad que fuera corroborada en distintos trabajos (véase Tortello y Clarkson, 2008, y citas de estos autores). Las secuencias ordovícicas de la Cordillera Oriental han sido correlacionadas por diferentes autores (e.g., Moya, 2002; Astini, 2003, 2008)

siendo el Miembro Casa Colorada de la Formación Santa Rosita el equivalente de la Formación Lampazar en el borde este de la Cordillera Oriental; por consiguiente, ambas unidades tendrían una edad cámbrica tardía.

En el tramo superior del río Despensa, en la sierra de Aguilar, provincia de Jujuy, Tortello y Esteban (2003b) documentan la aparición conjunta de *Rhabdinopora flabelliformis* ssp. y *Jujuyaspis keideli*. Moya et al. (1994) y Moya (2008) citan estos dos taxones junto con *Parabolina (N.) frequens* en otros sectores del distrito minero Aguilar. Sin embargo, Tortello et al. (1999) refieren la última aparición de *J. keideli* a algunos metros por debajo de la "asociación 1" con *R. flabelliformis parabola* en la quebrada Amarilla, Sierra de Cajas, por lo que resultaría improbable la asociación descrita por Moya et al. (1994) y Moya (2008) para la comarca.

En la Formación Volcancito, Sistema de Famatina, Albanesi et al. (2005) destacan la presencia de *lapetognathus aengensis* (Lindström) pocos metros por debajo de las primeras formas de *Rhabdinopora* y de la primera aparición de *J. keideli*, lo cual revela una edad tremadociana para este registro del trilobite (Tortello y Esteban, 1999). Tortello et al. (2002) proponen el estratotipo de la Subzona de *Jujuyaspis keideli* (intervalo superior de la Zona de *Parabolina (N.) frequens argentina*) en el Miembro Inferior de la Formación Volcancito. Recientemente, Waisfeld y Vaccari (2008) elevan la Subzona de *J. keideli* a la categoría de zona argumentando para esta proposición que *P. frequens argentina* y *J. keideli keideli* no se registran asociados en ninguna localidad.

Di Cunzolo y Alfaro (2008) dan a conocer el primer hallazgo de *Rhabdinopora cf. praeparabola* Erdtmann para América del Sur, en cercanías de la sección estudiada en este trabajo. La primera aparición de este graptolito planctónico se verifica en numerosas localidades del mundo pocos metros por encima de la primera aparición de *I. fluctivagus*, que establece la base del Sistema Ordovícico a escala global. Sin embargo, las autoras lo registran unos 20 m por debajo de sus registros de *Parabolina frequens* y unos 80 m por debajo de los de *J. keideli* en la Formación Casa Colorada que, como se discutió anteriormente, es de edad cámbrica. De acuerdo a una comunicación personal de la Dra. G. Ortega (2008), en los ejemplares ilustrados por estas autoras no se observan con claridad los extremos proximales, los estipes no presentan tecas ni disepimentos, y la disposición de los mismos no es típica del género *Rhabdinopora*, todo lo cual permite estimar que la asignación taxonómica del material en cuestión es dudosa.

En relación a su distribución geográfica, *Jujuyaspis keideli keideli* se registra también en Bolivia (Přibyl y Vaněk, 1980) y Colombia (Baldis et al., 1984). Nikolai-

sen y Henningsmoen (1985) documentan a esta subespecie en el norte de Noruega, desestimando diferencias en el pigidio de los ejemplares noruegos con respecto a los argentinos. Este material se encontraría por encima de niveles portadores de *Rhabdinopora flabelliformis socialis* y *R. parabola*, junto con *Parabolina* spp. entre otros taxones, en estratos de edad ordovícica temprana.

En consecuencia, el rango de la subespecie *Jujuyaspis keideli keideli* se inicia en la Zona de *Cordylodus intermedius*, en su estratotipo, alcanzando al menos las zonas subsiguientes de *C. lindstromi* y *lape-tognathus* en otras localidades; esto es, su biocrón ocupa el Cámbrico cuspidal y el Ordovícico basal.

Aspectos tafonómicos

Los conodontes procedentes de coquinas calcáreas presentan un estado de conservación bueno, ocasionalmente con cristales silíceos adheridos a sus superficies; a su vez, los conodontes recuperados de calcarenitas interestratificadas con pelitas negras presentan una conservación muy buena, con brillo sedoso, sin signos de desgaste, abrasión, atrición o fragmentación. Numerosos elementos mantienen adherido el frágil relleno basal y las cúspides de las coronas intactas. La mayor parte de los conodontes coleccionados proviene de calcarenitas, donde estos microelementos forman parte de la fracción clástica. En estas rocas no se observan granos de tamaño suficiente como para ser portadores de conodontes. Estos se habrían preservado como elementos aislados, constitutivos autóctonos de las calcarenitas, luego de la desarticulación post mórtem de los animales de hábito pelágico y la precipitación *in situ* con selección diferencial de las distintas formas esqueléticas por influencia hidrodinámica, y posteriores efectos diagenéticos (cf. von Bitter y Purnell, 2005). La fase bioestratinómica pudo haber implicado desplazamientos laterales de los conodontes, contemporáneos a la sedimentación sobre el mismo lecho marino, de acuerdo con las experiencias realizadas por Broadhead *et al.* (1990) y McGoff (1991). La posible resedimentación de conodontes alóctonos no se desestima por el estado de conservación de los conodontes, cuyo esmalte apatítico es particularmente resistente a la abrasión mecánica; en los conodontes, los signos de desgaste al transporte en medios marinos son escasos según las pruebas de Broadhead y Driese (1994), pudiendo concentrarse en forma de placeres por su densidad y mantener el aspecto prístino de elementos no transportados, aunque este tipo de concentraciones no se observa en los estratos analizados.

Ahora bien, considerando la génesis de las calcarenitas y coquinas portadoras de conodontes, cabe

esperar la presencia de algunos elementos alóctonos penecontemporáneos a los elementos autóctonos en estas concentraciones eventuales de origen mixto, que implican procesos de transporte y resedimentación antes de su depositación final (Kidwell, 1991; Behrensmeyer *et al.*, 2000). No obstante, se destaca el hecho de que las coronas de los conodontes tienen ápices y dentículos intactos, y mantienen el relleno basal, lo cual es virtualmente imposible en elementos retrabajados de capas más antiguas. Este tipo de conservación, en numerosos especímenes recuperados, demuestra que la mayoría de los elementos tuvieron que haberse depositado *in situ*, en forma concomitante con la sedimentación clástica, y no ser producto de erosión ni haber sido transportados a distancias importantes porque la unión entre los tejidos de la corona y el relleno basal del elemento es muy débil; se trata de una superficie de discontinuidad entre dos cuerpos de constitución histológica marcadamente diferente (comparar el estado de conservación de conodontes retrabajados procedentes de distintas unidades ordovícicas de la Precordillera, en publicaciones recientes; Ortega *et al.*, 2008; Voldman *et al.*, 2009). En caso de haber elementos retrabajados en la colección estudiada, estos deberían proceder de un intervalo estratigráfico subyacente breve, cuya extensión temporal queda fuera del alcance de la bioestratigrafía de alta resolución de conodontes; por lo tanto su presencia no tendría incidencia en el procesamiento de la información cronoestratigráfica.

El registro bioestratigráfico de la sección verifica una sucesión homotaxial de rangos específicos. Es decir, los registros de las especies de conodontes a través de la columna estratigráfica se suceden en orden cronológico normal, de acuerdo a la documentación referida a la Cordillera Oriental y a localidades de otros continentes, con algunos rangos parcialmente solapados, que representan asociaciones de taxones contemporáneos (e.g., Ross *et al.*, 1997). Se observa la presencia de especies de distintas líneas filogenéticas, en el orden estratigráfico esperado, por ejemplo, las especies de los géneros *Hirsutodontus* (*H. simplex* derivado de *H. hirsutus*) y *Teridontus* (*T. gallicus* derivado de *T. nakamurai*). Si bien aquí no se registran los eventos de especiación entre estos taxones, el registro fósil representa las migraciones y posiciones de estas especies según el orden cronoestratigráfico previamente documentado (e.g., Miller, 1980; Miller *et al.*, 2006; Serpagli *et al.*, 2008).

No obstante las evidencias de canibalismo en las sucesiones cambro-ordovícicas de la Cordillera Oriental (Buatois *et al.*, 2006; Vaccari *et al.*, 2008), los niveles fértiles en conodontes tienen, en general, baja frecuencia, lo cual torna improbable el retrabajo y posterior mezcla y acumulación de elementos de distintas edades. Por otra parte, las capas de *lags*, donde es

común encontrar concentraciones de fósiles transportados mecánicamente, presentan una alta frecuencia de los mismos y suprayacen a discordancias. En caso de que los conodontes procedieran de rocas infrayacentes erosionadas, dicha asociación, por su edad, necesariamente debería provenir de niveles superiores al Miembro Casa Colorada (datado por conodontes cámbricos de la Zona de *Cordylodus proavus*, véase discusión bioestratigráfica), lo cual solo dejaría como posible fuente de conodontes más jóvenes al Miembro Pico de Halcón, de origen fluvio-estuarino. Los conodontes, por sus hábitos de vida exclusivamente marinos no toleran ambientes de agua dulce o salobre (mixtos), por lo tanto queda descartada esta posibilidad. La posición estratigráfica del Miembro Alfarcito y las tasas de sedimentación estimables para este tipo de secuencias silicoclásticas son consistentes con la edad que aquí se le asigna a su parte inferior.

En forma recurrente, en todos los trabajos publicados, los graptolitos conservados en pelitas o areniscas interestratificadas con coquinas y calcarenitas portadoras de conodontes en la cuenca del noroeste argentino, indican edades equivalentes (Albanesi *et al.*, 2008). Por lo tanto, si la fauna planctónica autóctona (graptolitos) presenta similares edades que las de los conodontes procedentes de niveles de coquinas y calcarenitas contiguos, cabe estimar que se mantiene esta relación y regularidad de correspondencia temporal entre las faunas nectobentónicas depositadas *in situ* (*Jujuyaspis*) y las de conodontes asociados en el Miembro Alfarcito.

Otro aspecto que probaría la fuente de procedencia autóctona para los elementos de cada muestra es el color de alteración, uniforme, que presentan. Los conodontes coleccionados de todos los niveles que se muestrearon presentan el mismo color marrón, correspondiente a un valor 3 del Índice de Alteración del Color (CAI), el cual indica paleotemperaturas de soterramiento de 110-200°C para las rocas portadoras (Epstein *et al.*, 1977) a diferencia de valores observados en conodontes procedentes de otras unidades de la cuenca, ya sean correlacionables, supra o infrayacentes (Rao y Tortello, 1998; Rao, 1999; Zeballo *et al.*, 2008, y colecciones propias no publicadas).

Consideraciones paleoecológicas y paleobiogeográficas

En las areniscas del intervalo inferior del Miembro Alfarcito se observa una alta frecuencia de icnofósiles correspondientes a la icnofacies de *Skolithos*. A su vez, en las pelitas interestratificadas se preservan trazas pertenecientes a la icnofacies de *Cruziana*. Para niveles correlativos, Mángano *et al.*

(2005) interpretaron que tal asociación icnofacial representa la alternancia de organismos oportunistas adaptados a episodios de tormentas y organismos colonizadores de buen tiempo. Las lutitas negras que suprayacen al intervalo basal heterolítico revelan la máxima inundación que acontece en el Miembro Alfarcito (Mángano *et al.*, 2005; Buatois *et al.*, 2006).

Tanto *Phakelodus* como los distintos taxones de paraconodontes se consideran de hábito pelágico; asimismo, *Cordylodus proavus* se refiere a este hábito de vida. El resto de las especies de *Cordylodus* habrían tenido un hábito nectobentónico, y sugieren una preferencia por los ambientes más profundos, siguiendo los estudios paleoambientales de Miller (1984) y otras interpretaciones más recientes como las de Zhang y Barnes (2004). El predominio de *Teridontus* muestra claramente que el ambiente de depositación es de plataforma distal (*lower offshore*) con algunas restricciones aeróbicas. La restricción en oxígeno estaría relacionada con el episodio de máxima inundación y condensación de sedimentos del primer ciclo del Miembro Alfarcito (Mángano *et al.*, 2005).

La Zona de *Cordylodus intermedius* ha sido documentada en diversos países; China (Chen y Gong, 1986), Estados Unidos (Miller, 1988; Ross *et al.*, 1997; Miller *et al.*, 2003, 2006), Canadá (Bagnoli *et al.*, 1987; Barnes, 1988), Asia central (Dubinina, 2000) y una asociación faunística correspondiente a esta misma zona se ha registrado en Australia (Druce y Jones, 1971) e Irán (Müller, 1973). Una fauna semejante a la que se describe en este trabajo fue hallada por Rao (1999) en los niveles cuspidales de la Formación Lampazar, niveles que de acuerdo a nuestras observaciones de campo representan el intervalo inferior de la Formación Cardonal, expuesta en la Sierra de Cajas de la Cordillera Oriental de Jujuy, y en las quebradas de Lampazar e Incamayo (Rao y Tortello, 1998).

La composición taxonómica de los niveles estudiados muestra una similitud significativa con la descrita para el área oeste de Terranova, Canadá (Bagnoli *et al.*, 1987; Barnes, 1988) y, además, incluye algunas especies típicas del área báltica tales como *Cordylodus* cf. *andresi* y *C. viruanus*, si bien la mayor parte de los taxones de esta biozona tienen una distribución cosmopolita. Asimismo, la representación faunística es semejante a la indicada por Dubinina (1991, 2000) para Nevada central y el oeste de Terranova, en el intervalo temporal de la Zona de *C. intermedius*, donde aproximadamente la mitad de la fauna está compuesta por *Teridontus* y *Cordylodus*, seguidos en menor proporción por proto y paraconodontes, y en último término por *Hirsutodontus* y *Semiacontiodus*. En nuestra colección, la aparición de *Variabiloconus datsonensis* y una menor cantidad de proto y paraconodontes desvía ligeramente las proporciones descrip-

tas. El característico género *Clavohamulus* Furnish no ha sido registrado hasta el momento en esta cuenca, probablemente verificando que su distribución se restringe al Dominio Tropical en el Reino de Aguas Someras, según el esquema biogeográfico propuesto por Zhen y Percival (2003) para el Ordovícico, y que ya comenzaría a insinuarse a finales del Cámbrico (Miller, 1984; Lehnert *et al.*, 1997).

Las reconstrucciones paleogeográficas vigentes (*e.g.*, Scotese, 2001) sugieren una proximidad entre las cuencas del noroeste argentino y los paleoterrenos de Oaxaquia (México), Avalonia y Báltica, en altas latitudes del Océano Iapetus, para el intervalo del límite Cámbrico-Ordovícico. La cercanía o ausencia de barreras entre estas regiones estaría evidenciada por la fluida intercomunicación de sus faunas durante el Cámbrico tardío (*e.g.*, Landing *et al.*, 2007). Además, se demuestra que existe cierta intercomunicación con cuencas pertenecientes a Laurentia (*e.g.*, oeste de Terranova), a semejanza de lo que sucede con algunos linajes de conodontes del Tremadociano inferior, a ambos lados del Océano Iapetus (*cf.* Löfgren *et al.*, 1999).

Paleontología sistemática

Clase CONODONTA Pander, 1856
Subclase CAVIDONTI Sweet, 1988
Orden PROCONODONTIDA Sweet, 1988
Familia CORDYLODONTIDAE Lindström, 1970

Género *Cordylodus* Pander, 1856

Especie tipo. *Cordylodus angulatus* Pander, 1856, según designación original.

Observaciones. Smith *et al.* (2005) discuten la disposición espacial de los conodontes en el aparato del género *Cordylodus*, a partir de *clusters* de la especie *C. lindstromi* Druce y Jones encontrados en la Formación Vinini, en Nevada (Estados Unidos). Estos autores concluyen que el diseño de aparato sería similar al de los panderodóntidos, *i.e.*, con todos sus morfotipos en posición paralela, al contrario de la arquitectura de los ozarkodínidos, donde la serie de elementos S y M es perpendicular a la serie de elementos P, siendo estos últimos posibles homólogos de los elementos "comprimidos" de *Cordylodus*.

En este trabajo se siguen los criterios de diferenciación de las especies de *Cordylodus* dados por distintos autores (*e.g.*, Kaljo *et al.*, 1986; Bagnoli *et al.*, 1987; Nicoll, 1990) si bien la cantidad de especímenes coleccionados no es suficiente para discriminar todos los morfotipos de los respectivos aparatos multielementales.

Cordylodus intermedius Furnish, 1938

Figuras 6.9, 10

1938. *Cordylodus intermedius* Furnish: 33; lám. 42, fig. 31.
1987. *Cordylodus intermedius* Furnish. Bagnoli *et al.*: 153-154; lám. 1, figs. 15-18 (*cum syn.*).
1988. *Cordylodus intermedius* Furnish. Orndorff: A10-A11; lám. 1, fig. 10.
2005. *Cordylodus intermedius* Furnish. Zeballo *et al.*: 50; fig. 3.M (*cum syn.*).

Observaciones. La característica principal de esta especie, por la cual se la puede distinguir de otras formas de *Cordylodus*, es el margen anterior cóncavo o recto de la cavidad basal en el morfotipo redondeado. La misma es multiapical, y su ápice mayor alcanza aproximadamente la base del proceso posterior y se dirige ligeramente hacia anterior. El morfotipo comprimido es más variable, pudiendo presentar el margen anterior de la cavidad basal tanto convexo como cóncavo. Los denticulos están fusionados en la base del proceso posterior (Miller, 1980; Rao, 1999).

Discusión. Si bien la especie *Cordylodus caboti* es considerada sinónimo de *C. intermedius* por Miller *et al.* (2003, 2006), en nuestra colección, los especímenes de *C. caboti* pueden compararse precisamente con las ilustraciones originales de la misma (Bagnoli *et al.*, 1987), así como con las formas atribuidas a esta especie por autores más recientes (*e.g.*, Nicoll, 1991; Pyle y Barnes, 2002), en las cuales el margen anterior de la cavidad basal es ligeramente cóncavo a recto y se torna convexo cerca del ápice que se dirige hacia el eje de la cúspide, a diferencia de *C. intermedius*, por lo cual mantenemos *sensu* forma a *C. caboti*.

Distribución geográfica y edad. *C. intermedius* es una especie ampliamente representada a escala global. Su rango estratigráfico se inicia en el Cámbrico tardío y se extiende hasta las zonas de *C. angulatus* y *Rossodus manitouensis* del Tremadociano temprano, en el esquema bioestratigráfico norteamericano (referencias en sinonimia).

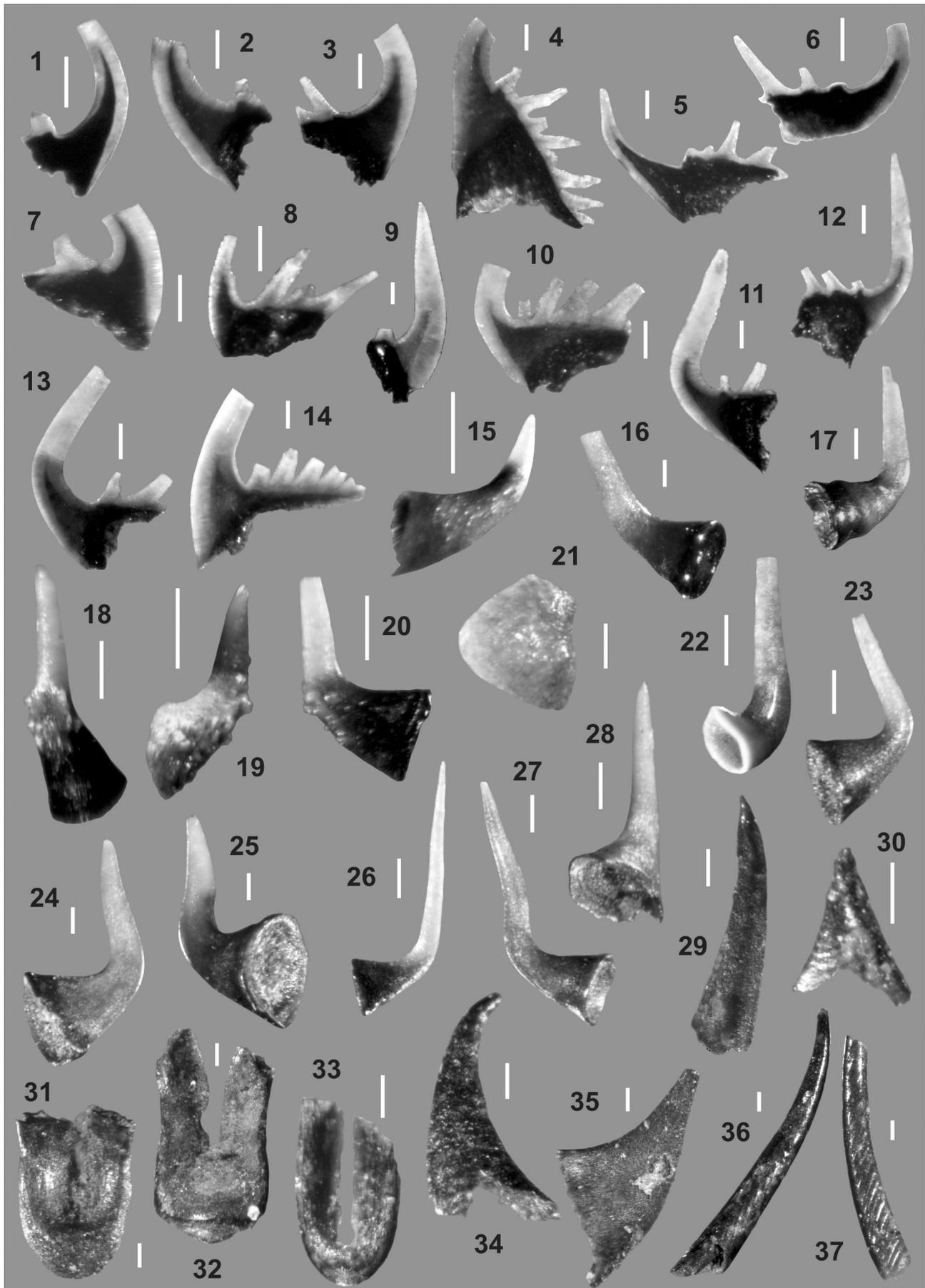
Material. 2 elementos (CORD-MP 12557/1-2), muestra Purm3¹.

Cordylodus proavus Müller, 1959

Figuras 6.11-13

1959. *Cordylodus proavus* Müller: 448; lám. 15, figs. 11, 12, 18; text-fig. 3.B.
1988. *Cordylodus proavus* Müller. Orndorff: A11; lám. 1, fig. 12, 13.
1999. *Cordylodus proavus* Müller. Rao: 38; lám. 6, figs. 1-11.
2002. *Cordylodus proavus* Müller. Pyle y Barnes: 49, 50; lám. 5, figs. 4-6 (*cum syn.*).
2005. *Cordylodus proavus* Müller. Albanesi *et al.*: fig. 7.G-I.
2006. *Cordylodus proavus* Müller. Zhen y Percival: 276, 277; figs. 5A-D, 6A-F.
2007. *Cordylodus proavus* Müller. Landing *et al.*: fig. 5h-l.

Observaciones. *C. proavus* Müller ha sido profusamente registrado en numerosos países. Su caracterís-



tica diagnóstica es la cavidad basal profunda (mono o biapical) de borde anterior convexo. La cavidad basal sobrepasa la base del proceso posterior, que puede portar entre 1 y 6 denticulos discretos. Sobre el ápice de la cavidad basal se dispone la materia blanca, que puede llegar a envolver a la cavidad basal en algunos morfotipos (Nicoll, 1990).

Distribución geográfica y edad. El rango bioestratigráfico de esta especie cosmopolita es amplio; comienza en la zona homónima y continúa en las zonas cámbricas siguientes, *i.e.*, zonas de *C. intermedius* y *C. lindstromi*, y en la subsiguiente Zona de *Iapetognathus*, del Ordovícico más temprano (referencias en sinonimia).

Material. 20 elementos (CORD-MP 12526/1, 12530/1-2, 12536/1-6, 12555/1-10, 12579/1), muestras Purm2, Purm2', Purm3, Purm3' y Purm3''.

***Cordylodus* cf. *andresi* Viira y
Sergeyeva (en Kaljo *et al.*, 1986)
Figuras 6.1-4**

- cf. 1986. *Cordylodus andresi* Viira y Sergeyeva. Kaljo *et al.*: 103; lám. 2, figs. 1-6, 9, 10.
cf. 1987. *Cordylodus andresi* Viira y Sergeyeva. Viira *et al.*: 147-148; lám. 1, figs. 1-8; lám. 3, figs. 1, 2, 4; text-fig. 2.18, 33-36, 42-49, 4.28.
cf. 1998. *Cordylodus andresi* Viira y Sergeyeva. Szaniawski y Bengtson: 16, 17; lám. 1, figs. 4-6, 8-15; lám. 2, figs. 1-3 (*cum syn.*).
cf. 1999. *Cordylodus primitivus* Bagnoli *et al.* Rao: 38; lám. 7, figs. 1, 2, 4, 8, 11, 12 (única).
cf. 2003. *Cordylodus* aff. *primitivus* Bagnoli *et al.* Albanesi (en Moya *et al.*): figs. 27.1, 3.

Observaciones. *C. andresi* Viira y Sergeyeva presenta la cavidad basal amplia y profunda, cúspide reclinada a erecta, y un número variable de denticulos (entre 1 y 9). La cavidad basal ocupa casi todo el ancho de la cúspide, de modo que la pared de la misma es delgada. La longitud entre el margen

aboral y el punto de máxima curvatura de la cúspide es mayor que la correspondiente entre este punto y el ápice de la cúspide. Del mismo modo que en *C. primitivus* Bagnoli, Barnes y Stevens, los denticulos surgen desde el margen posterior de la cúspide, careciendo aún del típico proceso posterior desarrollado en taxones evolutivamente más jóvenes. La diferencia entre estos dos taxones consiste en que *C. primitivus* tiene cúspides proclinas a subrectas, la cavidad basal no es tan profunda como en *C. andresi* y el largo entre el margen aboral y el punto de mayor curvatura de la cúspide es mayor o igual que el que se extiende entre este punto y el ápice de la cúspide.

El material registrado en este estudio es semejante a *C. andresi* ya que presenta las cúspides reclinadas (si bien rotas en su parte terminal) pero la cavidad basal es levemente más angosta a nivel de la base, por lo que se lo asigna a esta especie con nomenclatura abierta.

Discusión. Szaniawski y Bengtson (1993, 1998) argumentan que *C. andresi* deriva de *Proconodontus serratus* Miller, observando las formas intermedias entre estos dos taxones. Estos mismos autores describen elementos redondeados y comprimidos, y consideran también formas transicionales por variabilidad intraespecífica. Esta variabilidad correspondería al taxón más antiguo del género *Cordylodus*, en el cual posiblemente la diferenciación de los morfotipos de su aparato aún no habría sido alcanzada (Szaniawski y Bengtson, 1998).

Distribución geográfica y edad. *C. andresi* es un taxón que se registra en el área báltica y también en Norteamérica en la Zona de *Cordylodus proavus* (subzonas de *Hirsutodontus hirsutus* y *Fryxellodontus inornatus*). La especie aquí descrita probablemente sea una forma más joven derivada de aquella (referencias en sinonimia).

Figura 6. Conodontes recuperados de los niveles inferiores del Miembro Alfarcito, Formación Santa Rosita, en el área de estudio / *conodonts recovered from the lower levels of the Alfarcito Member, Santa Rosita Formation, at the study area.* **1-4, *Cordylodus* cf. *andresi* Viira y Sergeyeva, 1, CORD-MP 12554/1, 2, CORD-MP 12554/2, 3, CORD-MP 12554/3, 4, 12577/1; 5, 6, *Cordylodus* n. sp., 5, CORD-MP 12537/1, 6, CORD-MP 12537/2; 7, *C. cf. tortus* Barnes, CORD-MP 12558/1; 8, *C. viruanus* Viira y Sergeyeva, CORD-MP 12535/1; 9, 10, *C. intermedius* Furnish, 9, CORD-MP 12557/1, 10, CORD-MP 12557/2; 11-13, *C. proavus* Müller, 11, CORD-MP 12536/1, 12, CORD-MP 12536/2, 13, CORD-MP 12555/1; 14, *C. caboti* Bagnoli *et al.*, CORD-MP 12539/1; 15, *Hirsutodontus* aff. *hirsutus* Miller, CORD-MP 12566/1; 16, 17, *Semiacontiodus* sp., 16, CORD-MP 12544/1, 17, CORD-MP 12544/2; 18-20, *Hirsutodontus simplex* Druce y Jones, 18, CORD-MP 12546/1, 19, CORD-MP 12546/2, 20, CORD-MP 12546/3; 21, *Fryxellodontus* sp., CORD-MP 12551/1; 22, *Drepanodus* sp., CORD-MP 12565/1; 23, *Teridontus nakamurai* (Nogami), CORD-MP 12542/1; 24, 25, *Variabiloconus datsonensis* (Druce y Jones), 24, CORD-MP 12540/1, 25, CORD-MP 12540/2; 26-28, *Teridontus gallicus* Serpagli *et al.*, 26, CORD-MP 12561/1, 27, CORD-MP 12541/1, 28, CORD-MP 12541/2; 29, *Albiconus postcostatus* Miller, CORD-MP 12550/1; 30, *Prosagittodontus* sp., CORD-MP 12547/1; 31-33, *Westergaardodina polymorpha* Müller y Hinz, CORD-MP 12548/1, 32, CORD-MP 12548/2, 33, CORD-MP 12587/1; 34, *Problematoconites perforatus* Müller, CORD-MP 12567/1; 35, ?*Prooneotodus mitriformis* Dubinina, CORD-MP 12569/1; 36, *Phakelodus elongatus* (Zhang), CORD-MP 12552/1; 37, *P. tenuis* (Müller), CORD-MP 12553/1. Los especímenes proceden de las muestras Purm3, Purm3' y Purm3''. Todas las vistas son laterales, excepto 18, vista ántero-lateral; 21, vista superior; 25 y 28, vistas póstero-laterales; y 31-33, vistas posteriores. Escala gráfica: 0,1 mm / *the specimens occur in samples Purm3, Purm3' and Purm3''.* All lateral views, except 18, antero-lateral view; 21, upper view; 25 and 28, postero-lateral view, and 31-33, posterior views. Scale bar: 0.1 mm.**

Material. 16 elementos (CORD-MP 12534/1-4, 12554/1-8, 12577/1-4), muestras Purm3, Purm3' y Purm3".

Cordylodus cf. *tortus* Barnes, 1988
Figura 6.7

cf. 1988. *Cordylodus tortus* Barnes: 412; figs. 13p-r; 14b.

Observaciones. El elemento recuperado posee la cúspide reclinada, un solo denticulo flexionado con respecto al plano de la cúspide y la cavidad basal ancha, relativamente poco profunda, que sobrepasa la base del proceso posterior. Las características descriptas coinciden con las de *C. tortus*, excepto en que el ápice de la cavidad basal se encuentra levemente desplazado hacia posterior y no en posición central.

La asimetría del proceso posterior denticulado lo asemeja, asimismo, a *C. deflexus* Bagnoli, Barnes y Stevens, pero este último posee la cavidad basal muy somera llegando aproximadamente a la base del proceso posterior, y una fuerte anticúspide en posición ántero-basal.

Distribución geográfica y edad. La especie *Cordylodus tortus* ha sido registrada en Canadá (Barnes, 1988). Zonas de *Cordylodus intermedius*-*C. lindstromi* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío).

Material. 1 elemento (CORD-MP 12558/1), muestra Purm3'.

Cordylodus n. sp.
Figuras 6.5, 6

1988. *Cordylodus andresi* Barnes: 410, 411; figs. 13.d, f (únic.).

1999. *Cordylodus primitivus* Bagnoli et al. Rao: lám. 5, fig. 9 (únic.).

1999. *Cordylodus proavus* Müller. Rao: lám. 6, fig. 9 (únic.).

Observaciones. Los elementos son pequeños y presentan denticulos delgados y largos, la cúspide es larga, se flexiona a la altura del ápice de la cavidad basal y está ampliamente separada del primer denticulo. Las paredes son delgadas, permitiendo que se transluzca notablemente la cavidad basal, la cual es profunda y ocupa casi todo el ancho de la cúspide.

Discusión. En 1988, Barnes describe detalladamente a esta forma bajo el nombre de *Cordylodus andresi* n. sp. Pyle y Barnes (2002) redefinen al morfotipo p1 de este último taxón como *C. delicatus* sin considerar a los restantes morfotipos del aparato multielemental de *C. andresi sensu* Barnes, los cuales integran parte de la especie que aquí se describe.

A pesar de que el material recuperado en este trabajo es escaso, los especímenes presentan las características diagnósticas señaladas por Barnes (1988) para los morfotipos p2 y p3. A nuestra colección se suma el material depositado en el mismo repositorio, procedente de la sección de la Sierra de Cajas estudiada por Rao (1999), también localizada en la Cordillera Oriental de Jujuy. No obstante, debido a que la AMEGHINIANA 46 (3), 2009

cantidad de material es insuficiente y posiblemente no se hayan encontrado todos los morfotipos, se mantiene en nomenclatura abierta hasta contar con una colección mayor.

Distribución geográfica y edad. Argentina (Rao, 1999), Canadá (Barnes, 1988). Zonas de *Cordylodus intermedius-lapetognathus* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío-Tremadociano temprano, Ordovícico temprano).

Material. 3 elementos (CORD-MP 12537/1-2, 12580/1), muestras Purm3 y Purm3".

Orden PROTOPANDERODONTIDA Sweet, 1988
Familia CLAVOHAMULIDAE Lindström, 1970

Género *Hirsutodontus* Miller, 1969

Especie tipo. *Hirsutodontus hirsutus* Miller, 1969, según designación original.

Hirsutodontus simplex (Druce y Jones, 1971)
Figuras 6.18-20

1971. *Strigaconus simplex* Druce y Jones: 98; lám. 6, figs. 1.a-5.b; text-fig. 31.

1980. *Hirsutodontus simplex* (Druce y Jones). Miller: 26; fig. 4.S; lám. 2, fig. 13 (cum syn.).

1982. *Hirsutodontus simplex* (Druce y Jones). Fortey et al.: text-fig. 8.T.

1986. *Hirsutodontus simplex* (Druce y Jones). Chen y Gong: 151, 152; lám. 45, figs. 1-20; lám. 47, figs. 2, 4; lám. 48, fig. 4; text-fig. 55 (cum syn.).

Observaciones. El aspecto general de esta especie es similar al de *Hirsutodontus hirsutus* excepto por la presencia de espinas en lugar de nodos, como caracteres ornamentales, con tamaños variables. El material estudiado en este trabajo posee espinas pequeñas concentradas en los flancos laterales y en el margen anterior, principalmente en el punto de máxima curvatura de la cúspide. La materia blanca se dispone con límite recto a partir del ápice de la cavidad basal (cf. Chen y Gong, 1986).

La primera aparición de este taxón indica el comienzo de la Subzona de *H. simplex* correspondiente a la Zona de *Cordylodus intermedius* del Cámbrico más alto.

Distribución geográfica y edad. Australia (Druce y Jones, 1971), China (Chen y Gong, 1986), Estados Unidos (Miller, 1980; Miller et al., 2006), Rusia (Abaimova, 1971, 1975). Zona de *Cordylodus intermedius* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío).

Material. 5 elementos (CORD-MP 12546/1-4, 12585/1), muestras Purm3 y Purm3".

Hirsutodontus aff. *hirsutus* Miller, 1969
Figura 6.15

- aff. 1969. *Hirsutodontus hirsutus* Miller: 431; lám. 64, figs. 25, 26, 29-31; text-fig. 4.I.
 aff. 1980. *Hirsutodontus hirsutus* Miller. Miller: 25; fig. 4.N; lám. 2, fig. 14 (*cum syn.*).
 aff. 1988. *Hirsutodontus hirsutus* Miller. Orndorff: A13; lám. 1, fig. 25.
 1999. *Hirsutodontus* aff. *hirsutus* Miller. Rao: 42; lám. 1, figs. 11, 13.
 aff. 2003. *Hirsutodontus hirsutus* Miller. Albanesi (en Moya *et al.*): fig. 27.6.
 aff. 2004. *Hirsutodontus hirsutus* Miller. Lee: 61, 63; fig. 5AA (*cum syn.*)

Observaciones. Los elementos registrados son de aspecto teridontiforme y presentan la superficie del margen anterior y de los flancos laterales cubierta de nodos pequeños, algunos de ellos solo visibles bajo luz rasante y gran aumento. La cúspide es proclínada y el margen posterior de la misma es liso.

Discusión. Los especímenes descritos concuerdan con *Hirsutodontus hirsutus*, según las ilustraciones de Miller (1969, 1980), excepto en que poseen la cúspide más corta en relación a la base, razón por la cual se asigna el material a este taxón en nomenclatura abierta. Una especie similar fue registrada por Rao (1999) en los niveles basales de la Formación Lampazar (revisada como Cardonal), expuesta en la Sierra de Cajas.

Si bien *H. hirsutus* da nombre a la subzona homónima, correspondiente a la parte inferior de la Zona de *Cordylodus proavus* del Cámbrico tardío, sus últimos registros alcanzan la parte más alta de dicha zona (Subzona de *Clavohamulus elongatus*) (*cf.* Miller *et al.*, 2003). El taxón aquí descrito podría ser una forma derivada, ligeramente más joven, de *H. hirsutus*.

Distribución geográfica y edad. Argentina (Rao, 1999). Zonas de *Cordylodus proavus* (Subzona de *Hirsutodontus hirsutus*)-*Cordylodus intermedius* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío).

Material. 3 elementos (CORD-MP 12520/1, 12545/1, 12566/1), muestras Purm0, Purm3 y Purm3'.

Familia ONEOTODONTIDAE Miller, 1980

Género *Teridontus* Miller, 1980

Teridontus gallicus Serpagli, Ferretti, Nicoll y Serventi, 2008 Figuras 6.26-28

1985. *Teridontus nakamurai* (Nogami). Chen *et al.*: lám. 21, fig. 4 (únic.).
 1986. *Oeonotodus? nakamurai* Nogami. Landing *et al.*: lám. 1, figs. 1, 2.
 1988. *Teridontus* aff. *nakamurai* (Nogami). Orndorff: A16, lám. 2, figs. 20-21.
 1993. *Teridontus nakamurai* (Nogami). Fåhraeus y Roy: 36; text-fig. 4 (16, 17).
 1993. *Teridontus* aff. *nakamurai* (Nogami). Fåhraeus y Roy: 36; text-fig. 4 (18).

2003. *Teridontus nakamurai* (Nogami). Zhen y Percival: 281, 283; figs. 5L, 10A-K, 11J-T.
 2005. *Teridontus nakamurai* (Nogami). Albanesi *et al.*: fig. 7.R, S.
 2007. *Teridontus nakamurai* (Nogami). Pyle *et al.*: fig. 10.6, 7.
 2008. *Teridontus gallicus* Serpagli *et al.*: 614, 618; figs. 1, 3-5 (*cum syn.*).

Observaciones. Se recuperó una abundante cantidad de elementos teridontiformes con cúspides proclínadas, erectas y reclinadas, con estrías muy finas y materia blanca difusa, lo cual impide establecer un límite neto y observar la cavidad basal de los elementos.

Discusión. La fuerte variación en el grado de inclinación de la cúspide distingue a esta especie de *Teridontus nakamurai*, tal como fuera señalado oportunamente por Serpagli *et al.* (2008). El elemento ilustrado por Bagnoli *et al.* (1987; lámina 2, figura 18), y que fuera puesto en sinonimia de *T. gallicus* por Serpagli *et al.* (2008), es similar al ilustrado en este trabajo (figura 6.27). El material en cuestión, debido a la asociación faunística descrita por Bagnoli *et al.* (1987), procedería de niveles asignables a la Zona de *Cordylodus intermedius* como el material examinado aquí (biozona verificada por Barnes, 1988, para la misma columna estratigráfica). Asimismo, Serpagli *et al.* (2008) ilustran diversos elementos figurados como *T. nakamurai*, presumiblemente pertenecientes a *T. gallicus*, algunos de ellos de edad cámbrica tardía (*op. cit.*, figura 2). Estos mismos autores colocan en sinonimia a la especie descrita como *T. nakamurai* por Nowlan (1985), cuya asociación de conodontes era considerada de edad ordovícica (cuando la Zona de *Cordylodus proavus* constituía la base del Sistema Ordovícico). Sin embargo, un análisis detallado de los registros de la misma revela que posee una edad cámbrica tardía, por debajo de la primera aparición del conodonte *lappetognathus fluctivagus* que actualmente determina la base del Ordovícico (Cooper *et al.*, 2001), representando registros más antiguos que los estudiados por Serpagli *et al.* (2008). Albanesi *et al.* (2005) documentan la presencia de *T. nakamurai* (= *T. gallicus*) en el Sistema de Famatina, en niveles cámbricos pertenecientes a la parte superior de la Zona de *C. proavus* y a la Zona de *C. intermedius*. Por su parte, Pyle *et al.* (2007) refieren especímenes asignables a este mismo taxón en niveles por debajo del límite Cámbrico-Ordovícico. La documentación existente registra a *T. gallicus* desde el Furongiano tardío hasta el Tremadociano tardío; esto es, un extenso rango no representativo de especie guía.

Distribución geográfica y edad. Argentina (Albanesi *et al.*, 2005; Zeballo *et al.*, 2005), Antártida (Buggisch y Repetski, 1987), Australia (Zhen y Percival, 2003), China (Chen *et al.*, 1985), Canadá (Nowlan, 1985; Bagnoli *et al.*, 1987; Fåhraeus y Roy, 1993), Estados Unidos (Orndorff, 1988), Francia (Serpagli *et al.*,

2008). Zonas de *Cordylodus proavus*-*Paltodus deltifer* (Furongiano tardío, Cámbrico tardío - Tremadociano tardío, Ordovícico temprano).

Material. 365 elementos (CORD-MP 12521/1-31, 12527/1-4, 12532/1-6, 12541/1-158, 12561/1-115, 12573/1, 12576/1, 12583/1-49), muestras Purm1', Purm2, Purm2', Purm3, Purm3', Purm3'', Purm4 y Purm5.

Familia PROTOPANDERODONTIDAE Lindström, 1970

Género *Variabiloconus* Landing, Barnes y Stevens, 1986

Especie tipo. *Paltodus bassleri* Furnish, 1938, según designación original.

Variabiloconus datsonensis (Druce y Jones, 1971)
Figuras 6.24, 25

1971. *Oneotodus datsonensis* Druce y Jones: 80; lám. 14, figs. 1-4; text-fig. 26c.

1971. *Oneotodus erectus* Druce y Jones: 80, 81; lám. 15, figs. 2-4, 8-9; text-fig. 26d (única).

1981. *Oneotodus datsonensis* Druce y Jones. An: lám. 1, fig. 13.

1987. *Oneotodus?* aff. *variabilis* Lindström. Buggisch y Repetski: 157; lám. 8, figs. 11, 16; lám. 9, figs. 7-9, 13.

?1997. *Oneotodus* aff. *simplex* (Furnish). Lehnert et al.: fig. 6.13, 6.15.

?2006. *Variabiloconus?* sp. Zhen y Percival: figs. 5K, 10L-R.

Diagnosis enmendada. Especie de *Variabiloconus* con elementos robustos, de relación largo de la cúspide/margen oral variable, bases anchas, terminación oral respingada, compuestos totalmente por materia blanca, y cuyo ángulo entre el margen posterior de la cúspide y el margen oral es de 90° o inferior / *Species of Variabiloconus with robust elements, ratio length of cusp/oral margin variable, wide bases, upturned oral termination, fully composed of white matter, and the angle between the posterior margin of cusp and the oral margin is 90° or lower.*

Observaciones. *Variabiloconus datsonensis* está conformada por elementos masivos, de paredes robustas y cúspides cortas reclinadas. El margen aboral es amplio, el margen oral está levemente flexionado hacia arriba y todo el elemento está compuesto por materia blanca, aunque se observa mayor concentración de la misma en la cúspide. La cavidad basal no es observable mediante diascopía a causa del espesor de las paredes de la base. Se observaron elementos de contorno basal redondeado (subsímétricos), otros elementos que poseen una débil carena en posición antero-lateral, seguida por un suave surco hacia posterior lo que le da al contorno basal un aspecto asimétrico, y también elementos proclinados de base ancha y corta, y cúspides redondeadas de relación largo cúspide/largo margen oral ~ 2.

Discusión. Druce y Jones (1971) describen la especie *O. datsonensis* procedente de secuencias cambro-or-AMEGHINIANA 46 (3), 2009

dovícicas de la provincia de Queensland, Australia. En razón de las características diagnósticas del género *Oneotodus* Lindström, señaladas por Ethington y Brand (1981), el taxón estudiado no puede ser referido a dicho género y es aquí reasignado a *Variabiloconus* Landing et al., 1986.

La descripción original de Druce y Jones (1971) determina una arquitectura muy simple para esta especie, ya que solo incluye elementos de contorno basal redondeado (subsímétricos). En nuestra colección se ha podido identificar este morfotipo asociado a elementos de contorno basal asimétrico. También, en menor proporción, se observan elementos proclinados asignados originalmente a *Oneotodus erectus* por Druce y Jones (1971), y que serían parte del aparato multielemental de *Variabiloconus datsonensis*. El extenso rango que presenta *O. erectus* sugiere que los autores mencionados habrían incluido en la constitución de esta especie a los morfotipos proclinados de más de un taxón. Analizando la arquitectura de especies más jóvenes del mismo linaje, e.g., *V. variabilis* (Lindström), los elementos proclinados pertenecerían al morfotipo P.

Löfgren et al. (1999) discuten la distribución geográfica tanto en Báltica como en Laurentia de *V. variabilis* (Lindström) y *V. transiapeticus* Löfgren et al., concluyendo que pertenecen a un stock del género que tendría preferencias por ambientes de aguas frías y más amplia dispersión geográfica que otras especies del mismo linaje. *V. datsonensis* podría corresponder al antecesor de estos dos taxones, con una distribución perigondwánica y transoceánica, tal como lo sugieren Buggisch y Repetski (1987).

Distribución geográfica y edad. Antártida (Buggisch y Repetski, 1987), Australia (Druce y Jones, 1971) y China (An, 1981). Zona de *Cordylodus intermedius* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío).

Material. 169 elementos (CORD-MP 12523/1-8, 12531/1-6, 12540/1-92, 12560/1-33, 12582/1-30), muestras Purm1', Purm2', Purm3, Purm3' y Purm3''.

Grupo incierto PARACONODONTA

Género *Albiconus* Miller, 1980

Especie tipo. *Albiconus postcostatus* Miller, 1980, según designación original.

Albiconus postcostatus Miller, 1980
Figura 6.29

1980. *Albiconus postcostatus* Miller: 8, 9; fig. 2.

1982. *Albiconus postcostatus* Miller. Fortey et al.: text-fig. 8.A.

1986. *Albiconus postcostatus* Miller. Chen y Gong: 118, 119; lám. 24, figs. 2, 4-8, 10, 13-15, 17, 19; text-fig. 31 (cum syn.).

Observaciones. Los especímenes recuperados pre-

sentan la sección transversal de la base de contorno subtriangular, el margen anterior redondeado y el margen posterior aquillado. La cúspide inflexiona hacia posterior poco antes de su ápice.

Discusión. Miller (1980) considera a este taxón con cierta reserva dentro de los paraconodontes. El nombre hace alusión al color blanco de los elementos a causa de la falta de la capa orgánica externa en los especímenes analizados por el mencionado autor. En la colección aquí estudiada dicha capa se conserva, por lo que el color observado de los elementos es negro.

Distribución geográfica y edad. Canadá (Fortey *et al.*, 1982; Barnes, 1988), China (Chen y Gong, 1986), Estados Unidos (Miller, 1980). Zonas de *Cordylodus intermedius*- parte baja *C. lindstromi* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío).

Material. 11 elementos (CORD-MP 12550/1-3, 12570/1-4, 12589/1-4), muestras Purm3, Purm3' y Purm3".

Género *Prooneotodus* Müller y Nogami, 1971

Especie tipo. *Oneotodus gallatini* Müller, 1959, según designación original.

?"*Prooneotodus*" *mitriformis* Dubinina, 2000 Figura 6.35

?2000. "*Prooneotodus*" *mitriformis* Dubinina: 178, 179; lám. 4, fig. 28.

Observaciones. El único elemento recuperado, concuerda con la ilustración realizada por Dubinina (2000), donde el elemento fotografiado tiene aspecto de "garra". La cúspide es corta, aplanada lateralmente, con el margen aboral ancho y la presencia de un pliegue en el flanco basal externo. La superficie es áspera, probablemente a causa de la ausencia de la capa apatítica más externa (modo de preservación frecuente en paraconodontes). Se observan también pequeños nodos distribuidos por toda su superficie.

Discusión. La asignación genérica de esta especie permanece provisoria tal como fuera planteada por su autora, hasta contar con material adicional. Asimismo, la ausencia de líneas de crecimiento, de aparición frecuente en este género, y el hecho de contar con un solo elemento dificultan la determinación, por lo que el material se asigna con dudas a esta especie. Una colección mayor podría demostrar, inclusive, su pertenencia a otro grupo fósil.

Distribución geográfica y edad. Rusia (Dubinina, 2000). El rango de este taxón alcanza la parte basal de la Zona de *Cordylodus intermedius* (Piso 10, Furongiano, Cámbrico tardío).

Material. 1 elemento (CORD-MP 12569/1), muestra Purm3'.

Género *Prosagittodontus* Müller y Nogami, 1971

Especie tipo. *Sagittodontus dahlmani* Müller, 1959, según designación original.

Prosagittodontus sp. Figura 6.30

Observaciones. El elemento recuperado posee las características diagnósticas del género. La sección transversal de la cúspide es triangular, con dos quillas a ambos lados del margen anterior, el cual es plano, y con margen posterior aquillado a levemente cóncavo. Las paredes del elemento son delgadas y la cavidad basal es profunda.

Material. 1 elemento (CORD-MP 12547/1), muestra Purm3.

Género *Westergaardodina* Müller, 1959

Especie tipo. *Westergaardodina bicuspidata* Müller, 1959, según designación original.

Westergaardodina polymorpha Müller y Hinz, 1991 Figuras 6.31-33

1985. *Westergaardodina bicuspidata* Müller. Chen *et al.*: 101; lám. 22, fig. 1.

1991. *Westergaardodina polymorpha* Müller y Hinz: 48, 49; lám. 31:1-21 (cum syn.).

1999. *Westergaardodina polymorpha* Müller y Hinz. Heredia: 356; lám. 5.Y-Z; lám. 6.P.

Observaciones. Los elementos tienen dos cúspides de igual longitud, sin proyección media. Los especímenes adultos presentan una marcada asimetría antero-posterior en la base y una mayor divergencia de las cúspides con respecto a los ejemplares juveniles (polimorfismo) (figura 6.32), a lo que alude el nombre específico de este taxón. Las aperturas laterales son largas, ya que recorren casi todo el largo de las cúspides, y se conectan en la base por un surco estrecho. En general, los escleritos presentan un leve arqueamiento y una depresión en su flanco posterior. Si bien el material es fragmentario y no se llega a conservar la totalidad de los elementos, las cúspides muestran una marcada divergencia hacia los márgenes laterales otorgándole una típica apariencia en forma de V.

Discusión. De acuerdo a como lo indican Müller y Hinz (1991), *W. polymorpha* se asemeja a *W. ligula* Müller y Hinz, sobre todo en los estadios juveniles, pero difiere de ésta en su menor grado de concavidad posterior. *W. procera* Müller y Hinz presenta un mayor desarrollo de la proyección media y *W. bicuspidata* Müller una base subcircular, y aperturas laterales restringidas a la parte superior de las cúspides.

El material se presenta fragmentario, sin el ápice de las cúspides, debido a la misma naturaleza de la

estructura de los escleritos, que en algunos casos evidencia una plasticidad remanente (Müller y Hinz-Schallreuter, 1998).

Distribución geográfica y edad. Argentina (Heredia, 1999), Canadá (Won y Iams, 2002), China (Chen *et al.*, 1985; An, 1982), Estonia (Kaljo *et al.*, 1986), Suecia (Müller y Hinz, 1991). Zonas de *Proconodontus muelleri-Cordylodus intermedius*. El registro de esta especie en el noroeste argentino sería uno de los más jóvenes a nivel global. Una forma relacionada con este taxón pero más joven aún, determinada como *W. aff. polymorpha*, es registrada en la parte más alta de la Zona de *Cordylodus lindstromi* por Miller *et al.* (2006), no superando el límite Cámbrico-Ordovícico.

Material. 11 elementos (CORD-MP 12548/1-4, 12568/1-5, 12587/1-2), muestras Purm3, Purm3' y Purm3''.

Conclusiones

Se registra por primera vez una asociación de 24 especies de conodontes en el tramo inferior del Miembro Alfarcito, Formación Santa Rosita, en el margen este de la Cordillera Oriental argentina.

El registro de fósiles característicos de la Zona de *Cordylodus intermedius* (Subzona de *Hirsutodontus simplex*) determina una edad cámbrica tardía (Piso 10 del Furongiano) para los estratos portadores. Tanto el taxón guía de la subzona determinada, como *Albiconus postcostatus*, *Variabiloconus datsonensis* y *Westergaardodina polymorpha* no superan el límite Cámbrico-Ordovícico.

El hallazgo conjunto del trilobite *Jujuyaspis keideli keideli* con la asociación de conodontes estudiada sugiere que los primeros registros de aquel taxón se producen en el Furongiano superior (Cámbrico superior alto) y que su rango continúa en el Tremadociano basal (Ordovícico Inferior bajo).

El tipo de conservación de los elementos (cúspides y denticulos intactos y presencia de tejido en la cavidad basal), la baja frecuencia de conodontes en las muestras fértiles, la improbabilidad de que los conodontes provengan de estratos infrayacentes, la asociación recurrente, en las mismas litologías, de fauna planctónica (graptolitos) y conodontes de edades equivalentes en estudios previos en la Cordillera Oriental, y la sucesión homotaxial de especies (el solapamiento de rangos corresponde a un intervalo de tiempo discreto) conduce a afirmar que la asociación de conodontes es autóctona, no retrabajada.

La proporción relativa de taxones recuperados es propia de ambientes marinos abiertos, de plataforma distal, y la representación faunística es similar a la de Terranova occidental para el Cámbrico tardío; a su vez, incluye especies de amplia distribución geográfica, junto con otras de marcada afinidad báltica. La presencia de algunas especies del género *Cordylodus*, *Variabiloconus datsonensis* y *Teridontus gallicus*, entre otras formas, demuestra la fluida intercomunicación perigondwánica y a través del Océano Iapetus de aquellos taxones con mayor tolerancia ambiental.

Agadecimientos

Agradecimientos

Agradecemos a L. Buatois, C. Moya, G. Ortega, F. Tortello y E. Vaccari, con quienes se discutieron diversos aspectos estratigráficos que contribuyeron a un análisis más preciso de la información preexistente. G. Ortega ha efectuado una lectura crítica del manuscrito, con comentarios constructivos para sus conclusiones. Expresamos nuestro reconocimiento a A. Lovrinkevich por la colaboración prestada en tareas de gabinete. Los arbitrajes del manuscrito original, y el trabajo editorial de *Ameghiniana*, ayudaron a mejorar su presentación final. Este estudio forma parte de la Tesis Doctoral del autor principal, financiado a través de los proyectos FONCYT (PICT 07-15076) y CONICET (PIP 2004/5, 6350).

Bibliografía

- Abaimova, G.P. 1971. Novyye ranneordovikiye konodonty yugo-vostoka Sibirskoy platformy. *Paleontologicheski Zhurnal* 4: 74-81.
- Abaimova, G.P. 1975. *Ranneordovikiye konodonty srednevechnyya r. Leny*. Trudy Sibirskogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta, Geologii, Geofiziki i Mineralnogo Sirya (SNIGGIMS). 129 pp.
- Aceñolaza, F.G. 1983. The Tremadocian beds and the Cambrian-Ordovician boundary problems in Latin America. *Papers for the Symposium on the Cambrian-Ordovician and Ordovician-Silurian Boundaries*, Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica: 88-93.
- Aceñolaza, F.G. y Aceñolaza, G.F. 1992. The genus *Jujuyaspis* as a world reference fossil for the Cambrian-Ordovician boundary. En: B.D. Webby y J.R. Laurie (eds.), *Global Perspectives on Ordovician Geology*, Balkema, Rotterdam, pp. 115-120.
- Aceñolaza, G.F. 1996. [Bioestratigrafía del límite Cámbrico-Ordovícico y Ordovícico basal en la Quebrada de Humahuaca, Provincia de Jujuy, República Argentina. Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán, Tesis doctoral, 245 pp. Inédita.]
- Aceñolaza, G.F. y Nieva, S.M. 2003. Upper Cambrian - Arenig stratigraphy and biostratigraphy in the Purmamarca area, Jujuy Province, NW Argentina. En: F.G. Aceñolaza (ed.), *Cambro/Ordovician sections in the Cordillera Oriental, NW Argentina*, INSUGEO, Miscelánea 9: 5-12.
- Albanesi, G.L., Esteban, S.E., Ortega, G., Hünicken, M. y Barnes, C.R. 2005. Bioestratigrafía y ambientes sedimentarios de las formaciones Volcancito y Bordo Atravesado (Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior), Sistema de Famatina, Provincia de La Rioja. En: J.A. Dahlquist, E. Baldo y P.H. Alasino (eds.), *Geología de la Provincia de La Rioja, Argentina (Precámbrico-Paleozoico Inferior)*, Asociación Geológica Argentina, Serie D, Publicación especial 8: 41-64.
- Albanesi, G.L., Ortega, G. y Zeballo, F.J. 2008. Faunas de conodontes y graptolitos del Paleozoico Inferior en la Cordillera Oriental argentina. En: B. Coira y E.O. Zapettini (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Jujuy*. 17º Congreso Geológico Argentino (Jujuy), Relatorio: 98-118.
- An, T.-X. 1981. Recent progress in Cambrian and Ordovician conodont biostratigraphy of China. *Geological Society of America, Special Paper* 187: 209-225.

- An, T. -X. 1982. Study on the Cambrian Conodonts from North Northeast China. *Science Report of the Institute of Geoscience, sec. B* 3: 113-159.
- An, T.-X., Zhang, F., Xiang, W., Zhang, Y., Xu, W., Zhang, H., Jiang, D., Yang, C., Lin, Y. -K., Cui, Z. y Yang, X. 1983. *The conodonts of North China and the adjacent regions*. Science Press. Beijing, 223 pp.
- Astini, R.A. 2003. The Ordovician Proto-Andean Basins. En: Benedetto, J.L. (ed.), *Ordovician Fossils of Argentina*, Secretaría de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, pp. 1-74.
- Astini, R.A. 2008. Sedimentación, facies, discordancias y evolución paleoambiental durante el Cambro-Ordovícico. En: B. Coira y E. Zapettini (eds.), *17º Congreso Geológico Argentino (Jujuy)*, *Relatorio*: 50-73.
- Bagnoli, G., Barnes, C.R. y Stevens, R.K. 1987. Lower Ordovician (Tremadocian) conodonts from Broom Point and Green Point, Western Newfoundland. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 25: 145-158.
- Baldis, B.A.J., González, S. y Pérez, V. 1984. Trilobites tremadocianos de la Formación Negritos (Perforación La Hielera), Llanos de Colombia. *3º Congreso Latinoamericano de Paleontología (México)*, *Memorias*: 28-41.
- Barnes, C.R. 1988. The proposed Cambrian-Ordovician global Boundary stratotype and point (GSSP) in Western Newfoundland, Canada. *Geological Magazine* 125: 381-414.
- Behrensmeier, A.K., Kidwell, S.M. y Gastaldo, R.A. 2000. *Taphonomy and Paleobiology*. *Paleobiology* 26 (Suppl.): 103-147.
- Broadhead, T.W. y Driese, S.G. 1994. Experimental and natural abrasion of conodonts in marine and eolian environments. *Palaïos* 9: 546-560.
- Broadhead, T.W., Driese, S.G. y Harvey, J.L. 1990. Gravitational settling of conodont elements: implications for paleoecological interpretations of conodont assemblages. *Geology* 18: 850-853.
- Buatois, L.A. y Mángano, M.G. 2003. Sedimentary facies and depositional evolution of the Upper Cambrian to Lower Ordovician Santa Rosita Formation in northwestern Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* 16: 343-363.
- Buatois, L.A., Zeballos, F.J., Albanesi, G.L., Ortega, G., Vaccari, N.E. y Mángano, M.G. 2006. Depositional environments and stratigraphy of the Upper Cambrian-Lower Ordovician Santa Rosita Formation at the Alfarcito area, Cordillera oriental, Argentina: integration of biostratigraphic data within a sequence stratigraphic framework. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 13: 1-29.
- Buggisch, W. y Repetski, J.E. 1987. Uppermost Cambrian (?) and Tremadocian conodonts from Handler Ridge, Robertson Bay Terrane, North Victoria Land, Antarctica. *Geologisches Jahrbuch B* 66: 145-185.
- Chen, J.-y. y Gong, W.-l. 1986. Conodonts. En: J.-Y. Chen (ed.), *Aspects of Cambrian-Ordovician boundary interval in Dayangcha, China*, China Prospect Publishing House, Beijing, pp. 93-223.
- Chen, J.-y., Qian, Y.-y., Lin, Y.-k., Zhang, J.-m., Wang, Z.-h., Yin, L.-m. y Erdtmann, B.D. (eds.). 1985. *Study on Cambrian-Ordovician boundary strata and its biota in Dayangcha, Hunjiang, Jilin, China*. China Prospect Publishing House. Beijing, 138 pp.
- Cooper, R.A., Nowlan, G.S. y Williams, S.H. 2001. Global stratotype section and point for the base of the Ordovician System. *Episodes* 24: 19-28.
- Di Cunzolo, S.C. y Alfaro, M. 2008. Primer registro de *Rhabdinopora cf. praeparabola* Erdtmann (Graptolithina, Tremadociano inferior) para Sudamérica. *17º Congreso Geológico Argentino (Jujuy)*, *Actas*: 345-346.
- Druce, E.C. y Jones, P.J. 1971. Cambro-Ordovician conodonts from the Burke River Structural Belt, Queensland. *Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics Bulletin* 110: 1-159.
- Dubinina, S.V. 1991. Upper Cambrian and Lower Ordovician conodont associations from open ocean paleoenvironments, illustrated by Batyrbay and Sarykum sections in Kazakhstan. En: C.R. Barnes y S.H. Williams (eds.), *Advances in Ordovician Geology, Geological Survey of Canada, Paper* 90: 107-124.
- Dubinina, S.V. 2000. Conodonts and zonal stratigraphy of the Cambrian-Ordovician boundary deposits. *Nauka, Transactions of GIN RAS* 517: 1-240.
- Epstein, A.G., Epstein, J.B. y Harris, L.D. 1977. Conodont color alteration-An index to organic metamorphism. *United States Geological Survey Professional Paper* 995: 1-27.
- Esteban, S.B. y Tortello, M.F. 2007. Latest Cambrian sedimentary settings and trilobite faunas from the western Cordillera Oriental, Argentina. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 34: 431-460.
- Ethington, R.L. y Brand, U. 1981. *Oneotodus simplex* (Furnish) and the genus *Oneotodus* (Conodonta). *Journal of Paleontology* 55: 239-247.
- Fåhræus, L.E. y Roy, K. 1993. Conodonts from the Cambro-Ordovician Cooks Brook and Middle Arm Point Formations, Bay of Islands, western Newfoundland. *Geologica et Palaeontologica* 27: 1-53.
- Fortey, R.A., Landing, E. y Skevington, D. 1982. Cambrian-Ordovician boundary sections in the Cow Head Group, western Newfoundland. En: M.G. Bassett y W.T. Dean (eds.), *The Cambrian-Ordovician boundary: sections, fossil distributions, and correlations*, Geological Series, National Museum of Wales, Cardiff, pp. 95-129.
- Furnish, W.M. 1938. Conodonts from the Prairie du Chien beds of the upper Mississippi Valley. *Journal of Paleontology* 12: 318-340.
- Harrington, H.J. 1938. Sobre las faunas del Ordoviciano Inferior del Norte argentino. *Revista del Museo de La Plata, Nueva Serie (sección Paleontología)* 1: 109-289.
- Harrington, H.J. y Leanza, A.F. 1957. *Ordovician trilobites of Argentina*. Department of Geology, University of Kansas Press. Lawrence, 276 pp.
- Heredia, S. E. 1999. Los paraconodontes del Cámbrico superior del Cerro Pelado, Precordillera de Mendoza, Argentina. *Ameghiniana* 38: 345-358.
- Kaljo, D., Borovko, N., Heinsalu, H., Khazanovich, K., Mens, K., Popov, L., Sergejeva, S., Sobolevskaya, R. y Viira, V. 1986. The Cambrian-Ordovician boundary in the Baltic-Ladoga clint area (North Estonia and Leningrad Region, USSR). *Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, Geology* 35: 97-108.
- Kidwell, S.M. 1991. The stratigraphy of shell concentration. En: Allison, P.A. y Briggs, D.E.G. (eds.), *Taphonomy: releasing the data locked in the fossil record*, Plenum Press, New York, pp. 221-290.
- Kobayashi, T. 1936. On the *Parabolinella* Fauna from Province Jujuy, Argentina with a note on the Olenidae. *Japanese Journal of Geology and Geography* 13: 85-102.
- Landing, E., Taylor, M. y Erdtmann, B.-D. 1978. Correlation of the Cambrian-Ordovician boundary between the Acado-Baltic and North American faunal provinces. *Geology* 6: 75-78.
- Landing, E., Ludvigsen, R. y von Bitter, P.H. 1980. Upper Cambrian to Lower Ordovician conodont biostratigraphy and biofacies, Rabbitkettle Formation, District of Mackenzie. *Life Sciences Contribution, Royal Ontario Museum* 126: 1-42.
- Landing, E., Barnes, C.R. y Stevens, R.K. 1986. Tempo of earliest Ordovician graptolite faunal succession: conodont-based correlations from the Tremadocian of Quebec. *Canadian Journal of Earth Sciences* 23: 1928-1949.
- Landing, E., Westrop, S.R. y Keppie, J.D. 2007. Terminal Cambrian and lowest Ordovician succession of Mexican West Gondwana: biotas and sequence stratigraphy of the Tiñu Formation. *Geological Magazine* 144: 909-936.
- Lee, B.-S. 2004. Late Cambrian conodonts from Cheungsan, Kangwon Province, Korea. *Alcheringa*, 28: 53-64.
- Lehnert, O. 1994. A *Cordylodus proavus* fauna from West-Central Argentina (Los Sombreros Fm., Sierra del Tontal, San Juan Province). *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie H*: 245-261.
- Lehnert, O., Miller, J.F. y Repetski, J.E. 1997. Paleogeographic sig-

- nificance of *Clavohamulus hintzei* Miller (Conodonta) and other Ibexian conodonts in an early Paleozoic carbonate platform facies of the Argentine Precordillera. *Geological Society of America Bulletin* 109: 429-443.
- Lindström, M. 1970. A suprageneric taxonomy of the conodonts. *Lethaia* 3: 427-445.
- Löfgren, A. y Viira, V. 2007. A *Cordylodus* fauna from the SW Gulf of Bothnia, Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 129: 117-121.
- Löfgren, A., Repetski, J.E. y Ethington, R.L. 1999. Some trans-Iapetus conodont faunal connections in the Tremadocian. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 37: 159-173.
- Mángano, M.G., Buatois, L.A. y Aceñolaza, G.F. 1996. Trace fossils and sedimentary facies from a Late Cambrian-Early Ordovician tide dominated shelf (Santa Rosita Formation, northwestern Argentina): implications for ichnofacies models of shallow marine successions. *Ichnos* 5: 53-88.
- Mángano, M.G., Buatois, L.A. y Muñoz Guinea, F. 2005. Ichnology of the Alfarcito Member (Santa Rosita Formation) of northwestern Argentina: animal-substrate interactions in a lower Paleozoic wave-dominated shallow sea. *Ameghiniana* 42: 641-668.
- McGoff, H.J. 1991. The hydrodynamics of conodont elements. *Lethaia* 24: 235-247.
- Miller, J.F. 1969. Conodont fauna of the Notch Peak Limestone (Cambro-Ordovician), House Range, Utah. *Journal of Paleontology* 43: 413-439.
- Miller, J.F. 1980. Taxonomic revisions of some Upper Cambrian and Lower Ordovician conodonts with comments on their evolution. *University of Kansas Paleontological Contributions* 99: 1-44.
- Miller, J.F. 1984. Cambrian and earliest Ordovician conodont evolution, biofacies, and provincialism. *Geological Society of America, Special Paper* 196: 43-68.
- Miller, J.F. 1988. Conodonts as biostratigraphic tools for redefinition and correlation of the Cambrian-Ordovician boundary. *Geological Magazine* 125: 349-362.
- Miller, J.F., Evans, K.R., Loch, J.D., Ethington, R.L., Stitt, J.H., Holmer, L. y Popov, L. 2003. Stratigraphy of the Sauk II interval (Cambrian-Ordovician) in the Ibex area, western Millard County, Utah, and central Texas. *Brigham Young University Geology Studies* 47: 23-118.
- Miller, J.F., Ethington, R.L., Evans, K.R., Holmer, L.E., Loch, J.D., Popov, L.E., Repetski, J.E., Ripperdan, R.L. y Taylor, J.F. 2006. Proposed stratotype for the base of the highest Cambrian stage at the first appearance datum of *Cordylodus andresi*, Lawson Cove section, Utah, USA. *Palaeoworld* 15: 384-405.
- Moya, M.C. 2002. The Ordovician Basin of northern Argentina. En: F.G. Aceñolaza (ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina*, INSUGEO, Serie Correlación Geológica 16: 281-294.
- Moya, M.C. 2008. El Paleozoico Inferior en el noroeste argentino. Evidencias, incógnitas, propuestas para la discusión. En: B. Coira y E.O. Zapettini (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Jujuy*. 17º Congreso Geológico Argentino (Jujuy), Relatorio: 74-84.
- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A. y Cuerda, A. 1994. Bioestratigrafía del Ordovícico Inferior en la Cordillera Oriental argentina basada en graptolitos. *Revista Española de Paleontología* 9: 91-104.
- Moya, M.C., Malanca, S., Monteros, J.A., Albanesi, G.L., Ortega, G. y Buatois, L.A. 2003. The Angosto del Moreno Area, Eastern Cordillera, Jujuy Province. En: G.F. Aceñolaza (ed.), *Ordovician and Silurian of the Cordillera Oriental and Sierras Subandinas, NW Argentina*, INSUGEO, Miscelánea 11: 29-35.
- Müller, K.J. 1959. Kambrische conodonten. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft* 111: 434-485.
- Müller, K.J. 1973. Late Cambrian and Early Ordovician conodonts from northern Iran. *Geological Survey of Iran Report* 30: 1-77.
- Müller, K.J. y Hinz, I. 1991. Upper Cambrian conodonts from Sweden. *Fossils and Strata* 28: 1-153.
- Müller, K.J. y Hinz-Schallreuter, I. 1998. Internal structure of Cambrian conodonts. *Journal of Paleontology* 72: 91-112.
- Müller, K.J. y Nogami, Y. 1971. Über den Feinbau der Conodonten. *Memoirs of the Faculty of Science, Series of Geology and Mineralogy* 38: 1-87.
- Nicoll, R.S. 1990. The Genus *Cordylodus* and a latest Cambrian-earliest Ordovician conodont biostratigraphy. *Bureau of Mineral Resources, Journal of Australian Geology and Geophysics* 11: 529-558.
- Nicoll, R.S. 1991. Differentiation of Late Cambrian - Early Ordovician species of *Cordylodus* (Conodonta) with biapical basal cavities. *Bureau of Mineral Resources, Journal of Australian Geology and Geophysics* 12: 223-244.
- Nikolaisen, F. y Henningsmoen, G. 1985. Upper Cambrian and Lower Tremadoc olenid trilobites from the Digermul peninsula, Finmark, northern Norway. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 400: 1-49.
- Nogami, Y. 1967. Kambrische Conodonten von China, Teil 2: Conodonten aus den hoch oberkambrischen Yenchoschichten. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Geology and Mineralogy, Series B* 33: 211-219.
- Nowlan, G.S. 1985. Late Cambrian and Early Ordovician conodonts from the Franklinian miogeosyncline, Canadian Arctic Islands. *Journal of Paleontology* 59: 96-122.
- Orndorff, R.C. 1988. Latest Cambrian and Earliest Ordovician conodonts from the Conococheague and Stonehenge Limestones of Northwestern Virginia. *United States Geological Survey Bulletin* 1837: A1-A24.
- Ortega, G., Albanesi, G.L., Banchig, A.L. y Peralta, G.L. 2008. High resolution conodont-graptolite biostratigraphy in the Middle-Upper Ordovician of the Sierra de La Invernada Formation (Central Precordillera, Argentina). *Geologica Acta* 6: 161-180.
- Pander, C.H. 1856. *Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch-baltischen Gouvernements*. Akademie der Wissenschaften. San Petersburgo, 91 pp.
- Příbyl, A. y Vaněk, J. 1980. Ordovician trilobites of Bolivia. *Rozprawy Československé Akademie* 90: 1-90.
- Pyle, J.L. 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. NRC Research Press. Ottawa, 227 pp.
- Pyle, J.L., Barnes, C.R. y McKenzie McAnally, L. 2007. Conodont biostratigraphy of the latest Cambrian-Early Ordovician McKay Group, southeastern British Columbia. *Canadian Journal of Earth Sciences* 44: 1713-1740.
- Rao, R.I. 1999. Los conodontes cambro-ordovícicos de la sierra de Cajas y del Espinazo del Diablo, Cordillera Oriental, República Argentina. *Revista Española de Micropaleontología* 31: 5-20.
- Rao, R.I. y Tortello, M.F. 1998. Tremadoc conodonts and trilobites from the Cardonal Formation, Incamayó Creek, Salta Province, northwestern Argentina. *Palaeontologia Polonica* 58: 31-45.
- Ross, R.J., Hintze, L.F., Ethington, R.L., Miller, J.F., Taylor, J.F. y Repetski, J.E. 1997. The Ibexian, Lowermost Series in the North American Ordovician. *United States Geological Survey Professional Paper* 1579: 1-50.
- Scotese, C.R., 2001. Paleogeographic map archive: Paleomap project. World Wide Web: <http://www.scotese.com>.
- Serplagi, E., Ferretti, A., Nicoll, R.S. y Serventi, P. 2008. The conodont genus *Teridontus* (Miller, 1980) from the early Ordovician of Montagne Noire, France. *Journal of Paleontology* 82: 612-620.
- Smith, M.P., Donoghue, P.C.J. y Repetski, J.E. 2005. The apparatus composition and architecture of *Cordylodus* Pander-Concepts of homology in primitive conodonts. *Bulletins of American Paleontology* 369: 19-33.
- Stone, J. 1987. Review of investigative techniques used in the study of conodonts. En: R.L. Austin (ed.), *Conodonts: Investigative techniques and applications*, Ellis Horwood Limited, Chichester, pp. 7-34.

- Sweet, W.C. 1988. The Conodonta. *Oxford Monographs of Geology and Geophysics* 10: 1-212.
- Szaniawski, H. y Bengtson, S. 1993. Origin of euconodont elements. *Journal of Paleontology* 67: 640-654.
- Szaniawski, H. y Bengtson, S. 1998. Late Cambrian euconodonts from Sweden. En: H. Szaniawski (ed.), *Proceedings of the Sixth European Conodont Symposium (ECOS 6)*, *Palaeontologia Polonica* 58: 7-29.
- Tortello, M.F. y Aceñolaza, G.F. 1999. Trilobites agnóstidos del Ordovícico basal en la localidad de Purmamarca, Provincia de Jujuy, Argentina. *Temas Geológico-Mineros ITGE* 26: 585-588.
- Tortello, M.F. y Clarkson, E.N.K. 2003. Ontogeny of the Early Ordovician olenid trilobite *Jujuyaspis keideli* Kobayashi from northwestern Argentina. *Ameghiniana* 40: 257-275.
- Tortello, M.F. y Clarkson, E.N.K. 2008. Ontogeny, structure and moulting of *Parabolina frequens argentina* (Kayser) (Trilobita, Olenidae) from the Furongian of northwestern Argentina. *Ameghiniana* 45: 13-31.
- Tortello, M.F. y Esteban, S.B. 1999. La transición Cámbrico-Ordovícico en la Formación Volcancito (sierra de Famatina, La Rioja, Argentina). *Ameghiniana* 36: 371-387.
- Tortello, M.F. y Esteban, S.B. 2003a. Trilobites del Cámbrico tardío de la Formación Lampazar (sierra de Cajas, Jujuy, Argentina). Implicancias bioestratigráficas y paleoambientales. *Ameghiniana* 40: 323-344.
- Tortello, M.F. y Esteban, S.B. 2003b. Occurrence of the Early Ordovician trilobite *Jujuyaspis keideli* Kobayashi in the Despensa Formation, Aguilar Range, Northwestern Argentina. En: G.L. Albanesi, M.S. Beresi y S.H. Peralta (eds.), *Ordovician from the Andes. Proceedings of the 9^o International Symposium on the Ordovician System* (San Juan): 333-335.
- Tortello, M.F. y Rao, R.I. 2000. Trilobites y conodontes del Ordovícico temprano del Angosto de Lampazar (Provincia de Salta, Argentina). *Boletín Geológico y Minero* 111: 61-84.
- Tortello, M.F., Rábano, I., Rao, R. y Aceñolaza, F.G. 1999. Los trilobites de la transición Cámbrico-Ordovícico en la quebrada Amarilla (Sierra de Cajas, Jujuy, Argentina). *Boletín Geológico y Minero* 110: 555-572.
- Tortello, M.F., Esteban, S.B. y Aceñolaza, G.F. 2002. Trilobites from the Base of the Ordovician System in Northwestern Argentina. En: F.G. Aceñolaza (ed.), *Aspects of the Ordovician System in Argentina, Serie Correlación Geológica* 16: 131-142.
- Turner, J.C.M. 1960. Estratigrafía de la Sierra de Santa Victoria y adyacencias. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias (Córdoba)* 41: 163-196.
- Vaccari, N.E., Waisfeld, B.G. y Balseiro, D. 2008. Una discontinuidad estratigráfica en el límite Furnigiano-Tremadociano de la Formación Santa Rosita en la quebrada de Humahuaca, Cordillera Oriental, Argentina. *17^o Congreso Geológico Argentino* (Jujuy), *Actas*: 1059-1060.
- Viira, V., Sergejeva, S. y Popov, L. 1987. Earliest representatives of the genus *Cordylodus* (Conodonta) from Cambro-Ordovician boundary beds of north Estonia and Leningrad region. *Proceedings of the Academy of Sciences of the Estonian SSR, Geology* 36: 145-153.
- Voldman, G.G., Albanesi, G.L. y Ramos, V.A. 2009. Ordovician metamorphic event in the carbonate platform of the Argentine Precordillera: Implications for the geotectonic evolution of the proto-Andean margin of Gondwana. *Geology* 37: 311-314.
- von Bitter, P.H. y Purnell, M.A. 2005. An experimental investigation of post-depositional taphonomic bias in conodonts. En: M.A. Purnell y P.C.J. Donoghue (eds.), *Conodont biology and phylogeny: interpreting the fossil record. Special Papers in Palaeontology* 73: 39-56.
- Waisfeld, B.G. y Vaccari, N.E. 2008. Bioestratigrafía de trilobites del Paleozoico Inferior de la Cordillera Oriental. En: B. Coira y E.O. Zapettini (eds.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia de Jujuy. 17^o Congreso Geológico Argentino* (Jujuy), *Relatorio*: 119-127.
- Won, M.-z. y Iams, W.J. 2002. Late Cambrian radiolarian faunas and biostratigraphy of the Cow Head Group, Western Newfoundland. *Journal of Paleontology* 76: 1-33.
- Zeballo, F.J. y Albanesi, G.L. 2008. Conodontes cámbricos asociados a los trilobites *Jujuyaspis keideli* y *Parabolina f. argentina* en la quebrada de Humahuaca, Jujuy, Argentina. *17^o Congreso Geológico Argentino* (Jujuy), *Actas*: 376-377.
- Zeballo, F.J., Albanesi, G.L. y Ortega, G. 2005. Conodontes y graptolitos de las formaciones Alfarcito y Rupasca (Tremadociano) en el área de Alfarcito, Tilcara, Cordillera Oriental de Jujuy, Argentina. Parte 2: Paleontología sistemática. *Ameghiniana* 42: 47-66.
- 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: 131-145.
- Zhang, S. y Barnes, C.R. 2004. Late Cambrian and Early Ordovician conodont communities from platform and slope facies, western Newfoundland: a statistical approach. En: A.B. Beaudoin y M.J. Head (eds.), *The Palynology and Micro-paleontology of Boundaries, The Geological Society of London, Special Publications* 230: 47-72.
- Zhen, Y.-y. y Percival, I.G. 2003. Ordovician conodont biogeography-reconsidered. *Lethaia* 36: 357-370.
- Zhen, Y.-y. y Percival, I.G. 2006. Late Cambrian-Early Ordovician conodont faunas from the Koonenberry Belt of western New South Wales. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists* 32: 267-285.

Recibido: 26 de noviembre de 2008.

Aceptado: 23 de junio de 2009.

Apéndice

Sinonimias seleccionadas de análisis taxonómicos sobre las especies no descritas

- Cordylodus caboti* Bagnoli, Barnes y Stevens, 1987: 152; lám. 1, figs. 10-14 (*cum syn.*). Barnes, 1988: 389, 390, 395, 396, 399-401. Nicoll, 1991: 227, figs. 2.5. Rao, 1999: 36; lám. 7; figs. 1, 2, 4-6. Pyle y Barnes, 2002: 44-45; lám. 3; figs. 17-20. Albanesi *et al.*, 2005: fig. 7.C. *Cordylodus viruanus* Viira y Sergejeva (en Viira *et al.*, 1987): 151, 152; lám. 4, figs. 10, 13, 14; Rao, 1999: 38, 40; lám. 9, figs. 1, 3. Albanesi *et al.*, 2005: fig. 7.E. Löfgren y Viira, 2007: figs. 2.B, 3.B. *Phakelodus elongatus* (Zhang en An *et al.*, 1983): 125; lám. 5, figs. 4, 5. Müller, 1959: 457-458; lám. 13, fig. 11. Müller y Hinz, 1991: 32-33; lám. 1:1-5, 7-9, 12-14, 22 (*cum syn.*). Rao, 1999: 30; lám. 1, figs. 1, 3, 4. Zeballo *et al.*, 2005: 62; fig. 4.AG. *Phakelodus tenuis* (Müller, 1959): 457; lám. 13:13, 14, 20. Müller y Hinz, 1991: 33, 34; lám. 1:6, 10, 11, 15-21, 23; lám. 2:1-24 (*cum syn.*). Rao, 1999: 30, 32; lám. 1, fig. 5. *Problematoconites perforatus* Müller, 1959: 471; lám. 15, fig. 17. Chen *et al.*, 1985: 94, 95; lám. 21, figs. 11, 14. Müller y Hinz, 1991: 36-37; lám. 23:1-10, 14, 15, 18-20, 22 (*cum syn.*). Heredia, 1999: 353; figs. 6.H-J. Zeballo *et al.*, 2005: 62, 63; fig. 4.Z.

Teridontus nakamurai (Nogami, 1967): 216-217; lám. 1, figs. 9, 12; *syn.*) Orndorff, 1988: A16, lám. 2, fig. 19 (cum *syn.*). Lehnert, 1994: text-fig. 3.A, B. Landing *et al.*, 1980: 28, 29-31; figs. 8.A-C (cum *syn.*). Chen *et al.*, 1985: 99; lám. 21, figs. 4-6; text-fig. 14(5) (cum *syn.*). 255, 256; lám. 1, figs. 5, 11 (cum *syn.*). Tortello y Rao, 2000: 80; figs. 6.A, B, F, L; 7.D, G.

Tabla 1. Distribución de especies de conodontes en las muestras procesadas / *distribution of conodont species in the digested samples.*

ESPECIES	MUESTRAS MASA [gr]	Purm0 4955	Purm1 1300	Purm1' 3305	Purm2 3515	Purm 2' 1535	Purm3 3020	Purm3' 2570	Purm3'' 2710	Purm4 2480	Purm4' 2485	Purm5 2215	Purm5' 1410	PurmS1 2635	PurmS2 2240	TOTAL 36375
<i>Albiconus postcostatus</i>							3	4	4							11
<i>Cordylodus caboti</i>							5	2	3							10
<i>Cordylodus intermedius</i>								2								2
<i>Cordylodus proavus</i>					1	2	6	10	1							20
<i>Cordylodus viruanus</i>							1									1
<i>Cordylodus cf. andresi</i>							4	8	4							16
<i>Cordylodus cf. tortus</i>								1								1
<i>Cordylodus n. sp.</i>							2		1							3
<i>Cordylodus sp.</i>							1	8	3							12
<i>Drepanodus sp.</i>								1	2							3
<i>Fryxellodontus sp.</i>							1									1
<i>Hirsutodontus simplex</i>							4		1							5
<i>Hirsutodontus aff. hirsutus</i>	1						1	1								3
<i>Phakelodus elongatus</i>				1	3	2	53	41	26		2					128
<i>Phakelodus tenuis</i>				1	9		25	4	17							56
<i>Problematoconites perforatus</i>							5	1	1							7
? <i>"Prooneotodus" mitriformis</i>								1								1
<i>Prosagittodontus sp.</i>							1									1
<i>Semiacontiodus sp.</i>							4	2								6
<i>Teridontus nakamurai</i>				1			12	7	1							21
<i>Teridontus sp.</i>							3	3								6
<i>Teridontus gallicus</i>				31	4	6	158	115	49	1		1				365
<i>Variabiloconus datsonensis</i>				8		6	92	33	30							169
<i>Westergaardodina polymorpha</i>							4	5	2							11
TOTAL CONODONTES		1	0	42	17	16	385	249	145	1	2	1	0	0	0	859
Roca disuelta [gr]	655	785	2740	2930	1345	2825	2160	2230	1100	1100	460	210	2187	1859		16890
CONODONTES/KG	0,2	0	12,7	4,8	10,4	127,5	96,9	53,5	0,4	0,8	0,5	0	0	0		