

BIOESTRATIGRAFÍA DE CONODONTES DEL TECHO DE LA FORMACIÓN SAN JUAN Y DEL MIEMBRO INFERIOR DE LA FORMACIÓN LOS AZULES, CERRO LA CHILCA, PRECORDILLERA DE SAN JUAN



ANA MESTRE

Laboratorio de Micropaleontología, Instituto de Investigaciones Mineras, Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de San Juan, Av. Libertador General San Martín 1109 (O), J5400ARL San Juan, Argentina. amestre@unsj.edu.ar

Resumen. En la presente contribución se da a conocer la conodontofauna del techo de la Formación San Juan y del miembro inferior de la Formación Los Azules en la sección del Cerro La Chilca, Precordillera Central. La presencia de especies guías como *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira), *Histiodella kristinae* Stouge y *Microzarkodina* sp. cf. *M. ozarkodella* Lindström, permiten reconocer la parte alta de la Zona de *E. pseudoplanus*. Se da a conocer por primera vez una asociación de conodontes pertenecientes al miembro inferior de la Formación Los Azules, como así también se discute la ubicación bioestratigráfica de “*Bryantodina*” aff. *typicalis* Stauffer. Se propone la introducción de la Zona de *E. pseudoplanus* en el cuadro bioestratigráfico de conodontes para el Darriviliano medio, en equivalencia al menos con la parte alta de la Subzona de *Paroistodus horridus* (Zona de *Lenodus variabilis*), Zona de *E. pseudoplanus*/*Dzikodus tablepointensis* y Subzona de *H. kristinae* (Zona de *E. suecicus*).

Palabras clave. Conodontes. Darriviliano. Bioestratigrafía. Precordillera.

Abstract. CONODONT BIOSTRATIGRAPHY OF THE UPPERMOST SAN JUAN FORMATION AND THE LOWER MEMBER OF LOS AZULES FORMATION AT CERRO LA CHILCA, SAN JUAN PRECORDILLERA. The present contribution deals with a conodont association in the uppermost San Juan Formation and the lower member of the Los Azules Formation at the Cerro La Chilca section, Central Precordillera. The presence of key conodonts such as *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira), *Histiodella kristinae* Stouge and *Microzarkodina* sp. cf. *M. ozarkodella* Lindström suggests upper part of the *E. pseudoplanus* Zone. This is the first record of a conodonts association in the lower member of the Los Azules Formation. The biostratigraphic significance of “*Bryantodina*” aff. *typicalis* Stauffer is discussed. The middle Darrivilian *E. pseudoplanus* Zone is introduced for the Middle Ordovician biostratigraphic chart of the Precordillera. This zone is equivalent with at least the top of the *Paroistodus horridus* Subzone (*Lenodus variabilis* Zone), *E. pseudoplanus*/*D. tablepointensis* Zone, and *H. kristinae* Subzone (*E. suecicus* Zone).

Key words. Conodonts. Darrivilian. Biostratigraphy. Precordillera.

LA sección estudiada aflora a unos 15 km al oeste de la localidad de Tucunuco, en el flanco occidental del Cerro La Chilca. En este sector aparecen de forma continua las formaciones San Juan, Los Azules, Don Braulio, La Chilca, Los Espejos y Talacasto. La sucesión eopaleozoica está truncada erosivamente por las diamictitas de la Formación Guandacol (Carbonífero) (Fig. 1).

La primera información sobre la composición geológica de esta comarca fue brindada por Stappenbeck (1910). Posteriormente Cuerda (1965) mencionó por primera vez la presencia de depósitos de edad “caradociana” para este sector, a los que Blasco y Ramos (1976) llamaron informalmente “Cerro La Chilca Shales”. Finalmente, fue Furque (1979) quien reconoció y definió las formaciones San Juan y Los Azules. Cuerda (1986) llevó a cabo un detallado trabajo sobre los términos basales de la Formación Los Azules (con un espesor de 4,22

m). Este autor interpretó estas capas como la parte superior de la Formación San Juan, y determinó, en base a la graptofauna, que estos niveles tienen una edad darriviliana. A la vez, definió la Zona de *Paraglossograptus tentaculatus* y determinó que el espesor restante de la unidad era de edad “caradociana” por la presencia de *Nemagraptus gracilis*.

Posteriormente, Astini y Benedetto (1992), siguiendo el criterio propuesto por Astini (1991), unificaron bajo la denominación de Aloformación Gualcamayo a la unidad de pelitas negras que sobreyace a la Formación San Juan. Estos autores reconocieron dos miembros, uno inferior de 12,5 m de espesor que denominaron “intervalo de transición”, caracterizado por la alternancia de pelitas negras y *mudstones*, y un miembro superior compuesto por 110 m de pelitas negras con bancos aislados de calizas margosas. Keller (1999) proporcionó el perfil más completo de las sucesiones calcáreas

para esta sección, encontrándose en la misma la Formación San Juan completa con su pase inferior con la Formación La Silla y superior con la Formación Los Azules. Por otra parte, Sánchez *et al.* (1996), sobre la base del análisis de las biofacies de braquiópodos y esponjas de los últimos 27 m de la Formación San Juan (Biozona de *Athiella*), interpretaron para esta sección un ambiente de plataforma media.

Tortello y Peralta (2004) realizaron un detallado estudio de la fauna de trilobites del miembro inferior de la Formación Los Azules. Estos niveles fueron referidos por dichos autores a la Formación Gualcamayo, reconociendo una asociación de trilobites que sugiere una edad darriwiliana media para estos depósitos, así como un ambiente de plataforma distal. Recientemente, Ortega (2010) y Benedetto (2010) registraron la presencia de placas de maceridios (Annelida) en los niveles más bajos del miembro inferior de la Formación Los Azules en esta sección, asociados a graptolitos de las zonas de *Undulograptus austrodentatus* y *U. dentatus* (Ortega, 2010), braquiópodos linguliformes y trilobites.

Desde el punto de vista de la bioestratigrafía de conodontes, Lehnert (1995) representa el único antecedente

publicado para esta sección. Este autor propuso la Zona de *Eoplacognathus suecicus* Bergström para el techo de la Formación San Juan, en función de la asignación de un fragmento a *Histiodela kristinae* Stouge. Recientemente, Mestre (2010) realizó un estudio estratigráfico y bioestratigráfico de detalle del último metro y medio de la Formación San Juan y los primeros 50 cm de la Formación Los Azules, reconociendo la presencia de la especie guía *Eoplacognathus pseudoplanus* en estos niveles, los que se habrían depositado en un ambiente de rampa media a rampa distal.

El objetivo de la presente contribución es dar a conocer la conodontofauna del techo de la Formación San Juan y del miembro inferior de la Formación Los Azules en la sección del Cerro La Chilca. Estas permiten brindar precisiones sobre la edad de los depósitos y su posición bioestratigráfica en el contexto de la cuenca darriwiliana de la Precordillera, así como proponer un nuevo cuadro bioestratigráfico de conodontes para este lapso.

MATERIALES Y METODOS

Se levantó un perfil estratigráfico de detalle del último metro y medio de la Formación San Juan con el correspondiente muestreo de calizas, con un rango de aproximación entre ellas del orden de 20–25 cm. En el miembro inferior de la Formación Los Azules las muestras fueron colectadas de forma aleatoria (Fig. 2).

Se procesaron alrededor de 10 kg de calizas, recuperándose cerca de 820 elementos de conodontes (Tab. 1). Los mismos presentan un CAI de 1–1,5 (“*Color Alteration Index*” de Epstein *et al.*, 1977) y la conservación de los ejemplares es buena.

Las muestras fueron tratadas mediante los métodos convencionales de laboratorio, usando ácido acético al 10%, con el fin de aislar los elementos contenidos en las rocas (Stone, 1987). El residuo insoluble de las muestras fue recuperado mediante tamices N° 40, 80 y 120 (IRAM) y luego se separaron los conodontes bajo lupa binocular. Se obtuvieron microfotografías con el Microscopio Electrónico de Barrido en la Facultad de Bioquímica, Universidad Nacional de Tucumán, LAMENOA y en el Servicio de Microscopía Electrónica del CCT-Mendoza.

La colección de conodontes está depositada en el IN-GEO, Universidad Nacional de San Juan, bajo las siglas IN-GEO-MP.

ESTRATIGRAFÍA

El último metro y medio de la Formación San Juan en la sección Cerro La Chilca está caracterizado por un nivel de

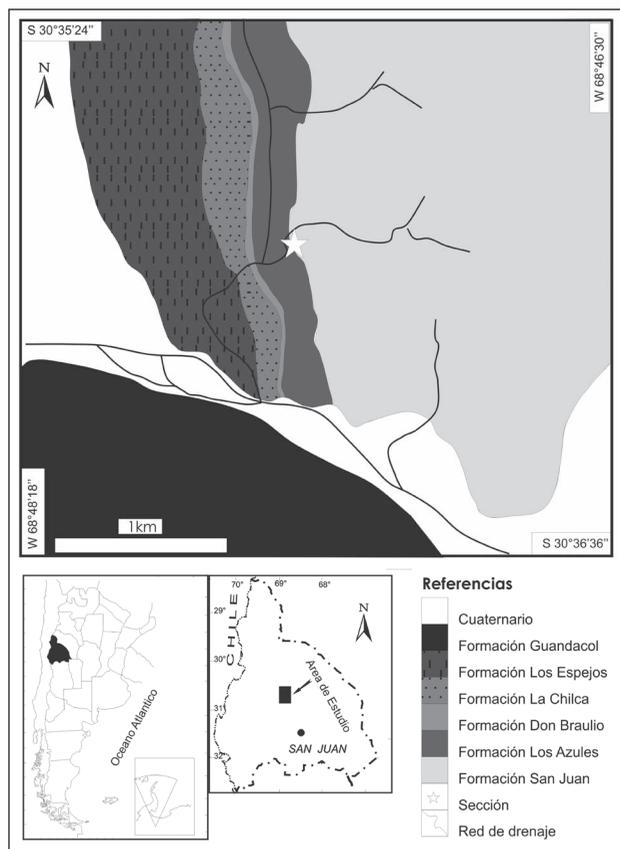


Figura 1: Mapa de ubicación de la sección del Cerro La Chilca/ Location map of Cerro La Chilca section.

brecha intraclástica de 20 cm de espesor (muestra CHL4), sobre la que se apoyan *mudstones-wackestones* bioclásticos, con estructura nodular de color gris claro con pátina verdosa, con aumento de contenido margoso hacia el tope (muestras CHL5 y CHL6). Los mismos pasan a un nivel de *grainstones* masivo con estrofabrícula tabular a lajosa, con contacto plano en la base y ondulado en el tope. El perfil continúa con *wackestones* margosos nodulares con alto contenido de terrígenos y fragmentos de trilobites como único componente fósil (muestra CHL8). Sobre estos se desarrolla una sucesión de coquinas densamente empaquetadas, compuestas por trilobites y braquiópodos rotos y desarticulados (muestra CHL9-10) que se alternan con *mudstones* masivos de color gris medio (Fig. 2).

El límite entre la Formación San Juan y la Formación Los Azules está representado por un *hardground* que exhibe una intensa bioturbación con trazas fósiles del tipo *Trypanites*, las que aparecen con una elevada densidad por metro cuadrado. Sobre este sustrato duro y bioturbado se observa un nivel de margas bioclásticas de hasta 1 cm de espesor. La base de las margas está conformada por fragmentos de braquiópodos y trilobites, desarticulados y densamente empaquetados, de color gris oscuro en corte fresco, pero que producto de la meteorización presentan un color verde pálido. Dichas margas representan el último registro de la Formación San Juan, ya que inmediatamente sobre este nivel se encuentran pelitas negras laminadas representando los primeros niveles de la Formación Los Azules.

El miembro inferior de la Formación Los Azules en esta sección está caracterizado por una sucesión de *mudstones* masivos, que en algunos casos presentan restos de trilobites en excelente estado de conservación (muestras CHL12, 13 y 14), y pelitas negras laminadas (Fig. 2).

En el último metro de la Formación San Juan se observa un rápido cambio en los ambientes sedimentarios, pasando de un ambiente de rampa media fangosa a un ambiente de rampa externa proximal afectada por tormentas (que generaron los niveles de tempestitas distales representadas por las coquinas). En el miembro inferior de la Formación Los Azules el ambiente es más estable y se circunscribe dentro de la rampa externa donde se produjo decantación de fangos carbonáticos en un ambiente de baja energía hidrodinámica, cerca del límite de la zona fótica y en condiciones probablemente subóxicas a disóxicas.

CONODONTES

La fauna de conodontes recuperada en esta sección está conformada por: *Ansella jemtlandica* (Löfgren, 1978); *Baltoniodus medius* Löfgren, 1978; "*Bryantodina*" aff. *typicalis*

(Stauffer, 1935); *Drepanoistodus basiovalis* (Sergeeva, 1963); *Drepanoistodus bellburnensis* Stouge, 1984; *Drepanoistodus pitjanti* Cooper, 1981; *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viera, 1974); *Erraticodon balticus* (Dzik, 1978); *Fabraeusodus marathonsensis* (Bradshaw, 1969); *Histiodella* sp., *Histiodella holodentata* Harris, 1962; *Histiodella kristinae* Stouge, 1984; *Microzarkodina* cf. *M. ozarkodella* Lindström, 1971; *Parapaltodus simplicissimus* Stouge, 1984; *Parioistodus horridus* Barnes y Poplawski, 1973; *Periodon aculeatus* Hadding, 1913; *Protopanderodus gradatus* Serpagli, 1974; *Protopanderodus* sp.; *Rossodus barnesi* Albanesi, 1998; *Scolopodus oldstockensis* Stouge, 1984; *Spinodus spinatus* (Hadding, 1913); *Paltodus?* *jemtlandicus* Löfgren, 1978 (las que se encuentran listadas según su aparición en la sección estudiada; Fig. 2 y Tab. 1). La asociación rescatada permite asignar el último metro de la Formación San Juan y la parte inferior del miembro inferior de la Formación Los Azules a la Zona de *E. pseudoplanus*.

Para la realización de las descripciones taxonómicas se seleccionó un conjunto de taxones, ya que la mayoría de la conodontofana recuperada ha sido previamente descrita para Precordillera (Lehnert, 1995; Albanesi, 1998). Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección fueron: (1) taxones que no habían sido descritos anteriormente en Precordillera y que tienen valor bioestratigráfico, y (2) taxones que han sido pobremente tratados y que permiten realizar una correlación global ajustada de Precordillera con otras regiones del mundo.

En este trabajo se aplica el sistema de notación convencional propuesto por Sweet (1981, 1988), que presenta las posiciones espaciales M, S y P, desde el extremo anterior al posterior del aparato multielemental, y las subposiciones de transición en simetría correspondientes.

PALEONTOLOGÍA SISTEMÁTICA

Clase CONODONTA Pander, 1856

Familia CRYTONIODONTIDAE Hass, 1959

Género *Bryantodina* Stauffer, 1935

Especie tipo. *Bryantodina typicalis* Stauffer, 1935.

"*Bryantodina*" aff. *typicalis* Stauffer, 1935

Figura 5.1-3

1995. "*Bryantodina*" aff. *typicalis* Stauffer; Lehnert, lám. 10, fig. 7, lám. 11, fig. 3-4, lám. 13, fig. 3.

Material. Veinticuatro elementos P: INGeo-MP-1002 (1-14); INGeo-MP-1022 (1); INGeo-MP-1032 (1-3); INGeo-MP-1047 (1-5); INGeo-MP-1064 (1).

Procedencia. Formación San Juan, muestras CHL4, CHL5,

CHL6, CHL9–10 y CHL14 (Sección Cerro La Chilca), Zona de *E. pseudoplanus*.

Descripción. Se han rescatado solo elementos P carminados pectiniformes. La cavidad basal es estrecha, pequeña y expandida alrededor de la cúspide. La cúspide es erecta a levemente proclina, estriada, y se encuentra quillada tanto a anterior como a posterior. El proceso anterior presenta 6–8 denticulos erectos, estriados, fusionados en la base y libres apicalmente, los 2 ó 3 denticulos próximos a la cúspide decrecen en altura con respecto al resto. El proceso posterior presenta 7–9 denticulos erectos próximos a la cúspide pero los 2 más distales a la misma son levemente reclinados; el denticulo inmediatamente próximo a la cúspide está fusionado a la misma. Los denticulos del proceso posterior se presentan estriados; se encuentran fusionados a la base y libres apicalmente. Se reconocen dos tipos

diferentes de elementos P, unos alargados (Fig. 5.1) y otros más cortos (Fig. 5.2–3), que podrían pertenecer, en un caso a elementos Pa, y en otro a Pb.

Observaciones. El material rescatado presenta algunas similitudes con el elemento Pa de *Bryantodina typicalis* descrita por Webers (1966), así como con el mismo elemento de *Bryantodina aequalis* (Bauer, 1994). Pero también guarda una gran similitud con el elemento carminado pectiniforme de *Yaoxiagnathus abruptus* (An et al., 1985) anteriormente denominada “*Bryantodina*” *abruptus* y en menor medida con *Yaoxiagnathus? neanychadonta* (Zhang, Barnes y Cooper, 2003).

Orden PRIONIODONTIDA Dzik, 1976
 Superfamilia PRIONIODONTACEA Bassler, 1925
 Familia POLYPLACOGNATHIDAE Bergström, 1971

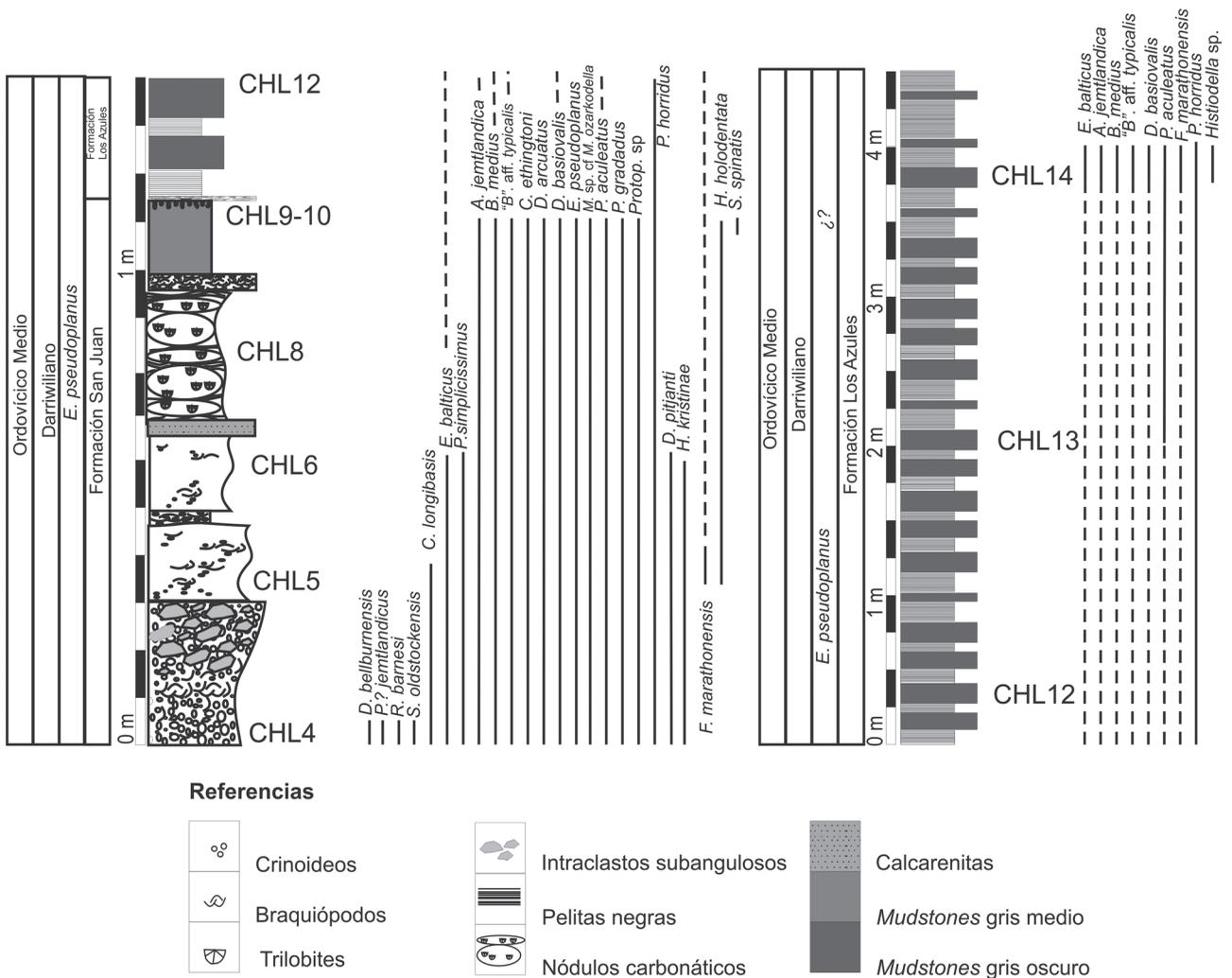


Figura 2: Perfil estratigráfico del último metro de la Formación San Juan y el miembro inferior de la Formación Los Azules, con la indicación de los niveles muestreados y distribución vertical de las especies de conodontes recuperados/ *Stratigraphic section of the last meter of the San Juan Formation and the lower member of the Los Azules Formation, with an indication of the sampled beds and vertical distribution of the conodont species recovered.*

Género *Eoplacognathus* Hamar, 1966

Especie tipo. *Ambalodus lindstroemi* Hamar, 1964.

***Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira, 1974)**

Figura 3.1–4

1974. *Ambalodus pseudoplanus* Viira, p.54, figs. 43–46; lám. 6, figs 25, 29, 31.

Sinonimia completa en Löfgren y Zhang, 2003.

2005. *Eoplacognathus pseudoplanus* (Viira); Heredia *et al.*, lám. 3, fig. D.

2008. *Lenodus variabilis* Sergeeva; Voldman *et al.*, lám. 4, fig. j.

Material. Un Pa derecho; 3 Pa izquierdos; 6 fragmentos de Pa; 1 Pb derecho; 1 Pb izquierdo; 1 M; 1 Sa; 1Sb: IN-GEO-MP-1009 (1–11); IN-GEO-MP-1035 (1); IN-GEO-MP-1051 (1–3).

Procedencia. Formación San Juan, muestras CHL4, CHL6 y CHL9–10, Zona de *E. pseudoplanus*.

Observaciones. Los ejemplares recuperados se ajustan en términos generales a las descripciones realizados por Löfgren y Zhang (2003). Los elementos Pa tienen cuatro procesos: anterior, anterolateral, posterior y posterolateral.

Los elementos recuperados en este trabajo presentan caracte-

TABLA 1: Distribución de las especies de conodontes de las muestras en la sección Cerro La Chilca/Conodonts specimen distribution in samples from the Cerro La Chilca Section.

Formación San Juan Muestra	Formación Los Azules						Total			
	CHL4	CHL5	CHL6	CHL8	CHL9-10	CHL10				
Especies / peso (g) de la muestra	1860	1480	1600	550	1445	850	320	500	1500	10105
<i>Ansella jemtlandica</i>	16	2			3				3	24
<i>Baltoniodus medius</i>	9				1				1	11
" <i>Bryantodina</i> " <i>aff. typicalis</i>	14	1	3		5				1	24
<i>Costiconus ethingtoni</i>	5				4					9
<i>Cornuodus longibasis</i>	7	4								11
<i>Drepanodus arcuatus</i>	9				7					16
<i>Drepanoistodus basiovalis</i>	5		3		24				5	37
<i>Drepanoistodus bellburnensis</i>	20									20
<i>Drepanoistodus pitjanti</i>		2	2							4
<i>Eoplacognathus pseudoplanus</i>	11		1		3					15
<i>Erraticodon balticus</i>	17	4	2						2	25
<i>Fahraeusodus marathonensis</i>		2							3	5
<i>Histiodella sp.</i>									1	1
<i>Histiodella holodentata</i>		1			1					2
<i>Histiodella kristinae</i>	1		3							4
<i>Microsarkodina sp. cf M. ozarkodella</i>	9				2					11
<i>Parapaltodus simplicissimus</i>	29	3	3							35
<i>Paroistodus horridus</i>	53	44	12	2	92	1	2	15	41	262
<i>Periodon aculeatus</i>	82	49	10		32			6	13	192
<i>Protopanderodus gradatus</i>	12			1	11					24
<i>Protopanderodus sp.</i>	17	4	4		1					26
<i>Rossodus barnesi</i>	10									10
<i>Scolopodus oldstockensis</i>	12									12
<i>Spinodus spinatus</i>					2					2
<i>Paltodus? jemtlandicus</i>	3									3
Fragmentos indeterminados	30				1					31
Total muestra	371	116	43	3	189	1	2	21	70	816

rísticas propias que los diferencian en cierta medida de los figurados y descritos anteriormente para Báltica (Löfgren y Zhang, 2003), pero permiten compararlos con los figurados para el Sur de China (Zhang, 1998a), que presentan los procesos posterior y posterolateral terminados en punta y no romos, así como el proceso posterior curvado (Zhang, 1998a; lám. 9, figs. 1–5). Estos corresponden a formas tardías de *E. pseudoplanus*, ya que provienen de la muestra más alta dentro de la Zona de *Dzikodus tablepointensis* en la sección de Maocapu (muestra Mc 86).

En los elementos Pa derecho y Pa izquierdo, el proceso posterior no se encuentra a 180° con respecto al proceso anterolateral, el proceso posterior se curva hacia el interior, generando que la hilera de dentículos sea sinuosa.

Zhang (1998a) propuso que la diferencia entre las formas tardías de *E. pseudoplanus* y las formas tempranas de *E. suecicus* solo se puede observar en las formas gerontes, en las que *E. suecicus* desarrolla un lóbulo sobre el proceso posterior. Los ejemplares considerados en este trabajo serían elementos gerontes de formas tardías de *E. pseudoplanus*, ya que presentan morfología próximas a *E. suecicus*, pero no se observa el desarrollo del lóbulo posterior. Otra característica que permite sostener esta asignación es la relación entre la longitud del proceso posterior y la longitud del proceso posterolateral, que se hace mayor en *E. pseudoplanus* y *E. suecicus* (Löfgren y Zhang, 2003). El elemento Pa izquierdo

(Fig. 3.2) presenta una alta relación de longitud entre el proceso posterior y el proceso posterolateral, lo que permite asignarlo a *E. pseudoplanus* tardío o *E. suecicus* temprano, o tal vez a una forma transicional.

Los elementos Pb tienen 3 procesos; en el Pb izquierdo figurado (Fig.3.3), el proceso anterior está curvado hacia el interior y se dirige hacia abajo, mientras el proceso posterior presenta una ampliación en la plataforma similar al holotipo figurado por Löfgren y Zhang (2003, lám. 13, figs. 7–8, 11–13); el proceso anterolateral se encuentra roto, lo que no permite determinar la relación de longitud entre éste y el proceso posterior. En el elemento Pb derecho figurado (Fig. 3.4), aunque roto, se observan las relaciones angulares entre los procesos, que son similares a los figurados por Löfgren y Zhang (2003, lám. 13, figs. 9–10).

Una característica sobresaliente de los elementos Pa y Pb, es la presencia de una textura poligonal sobre las plataformas, típica de la familia Polyplacognathidae, pero que en este caso presenta un desarrollo excepcional.

Los elementos M y S se ajustan a las descripciones de Löfgren y Zhang (2003).

Orden OZARKODINIDA Dzik, 1976
 Suborden PLECTODINIDA Dzik, 1991
 Superfamilia OISTODONTACEA Lindström, 1970

System	Series			Stages			Baltic Conodont zones & subzones		South Chinese conod. Zones & Subzones	Argentina Precordillera															
	Global	Britain	N.Amer	Global	Austr.	China	Löfgren (1978)	Zhang (1998 b) Löfgren & Zhang (2003)	Zhang (1998)	Albanesi & Ortega (2002)	Heredia et al. (2005)	Este trabajo													
Ordovician	U.	Car.						<i>Pygodus anserinus</i>	<i>Y. jianyensis-P. anserinus</i>	<i>Pygodus anserinus</i>															
	Middle	Llanvirnian	Whiterockian	Darrivilian	Darrivilian	Zhejiangian	<i>P. serra</i>	<i>li.</i>	<i>li.</i>	<i>Y. protoramosus</i>	<i>P. serra</i>	<i>li.</i>													
								<i>ro.</i>	<i>ro.</i>			<i>ro.</i>													
								<i>re.</i>	<i>re.</i>			<i>re.</i>													
	Arenig						<i>P. serra</i>	<i>fo.</i>	<i>fo.</i>	<i>Y. foliaceus</i>	<i>P. serra</i>	<i>fo.</i>													
	<i>E. suecicus</i>	<i>E. suecicus-P. sulcatus</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>P. anitae</i>	<i>P. lunensis</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>P. anitae</i>	<i>H. kristinae</i>	<i>E. pseudoplanus</i>												
														<i>E. pseudoplanus</i>	<i>M. ozarkodella</i>	<i>Dzikodus tablepointensis</i>	<i>M. ozarkodella</i>	<i>E. suecicus</i>	<i>H. kristinae</i>	<i>E. pseudoplanus/D. tablepointensis</i>					
																					<i>E. ? variabilis</i>	<i>M. ozarkodella</i>	<i>Dzikodus tablepointensis</i>	<i>M. ozarkodella</i>	<i>E. ? variabilis</i>
<i>M. hagetiana</i>														<i>M. hagetiana</i>	<i>M. hagetiana</i>	<i>E. ? variabilis</i>	<i>H. kristinae</i>	<i>E. pseudoplanus/D. tablepointensis</i>							
																			<i>Y. crassus</i>	<i>Y. crassus</i>					
<i>Lenodus variabilis</i>	<i>Lenodus variabilis</i>	<i>Lenodus variabilis</i>	<i>E. ? variabilis</i>	<i>H. kristinae</i>	<i>E. pseudoplanus/D. tablepointensis</i>																				

Figura 3: Cuadro bioestratigráfico propuesto para el Darriviliano medio de Precordillera/ *Biostratigraphic chart proposed for the middle Darrivilian of the Precordillera.*

Familia OISTODONTIDAE Lindström, 1970

Género *Histiodela* Harris, 1962

Especie tipo. *Histiodela altifrons* Harris, 1962.

Observaciones. *Histiodela* fue definido taxonómicamente por Harris (1962) para elementos conodontales asimétricos, con forma de cuchilla denticulada, en los que la presencia y la variación en la distribución de los dentículos es la diferencia básica entre las especies de dicho género (Mound, 1965; Stouge, 1984). El aparato de *Histiodela* fue reconstruido por McHargue (1974), quien definió cinco morfotipos. Posteriormente, Stouge (1984) reconoció seis morfotipos, siendo el spathognathodontiforme (P) el más común en las colecciones de la Formación Table Head en Terranova; igual relación se observa entre los elementos del aparato de este género en Precordillera.

Es importante notar que Stouge (1984) no diferenció, en los elementos spathognathodontiformes, entre elementos Pa y Pb. Además, sus descripciones sistemáticas de *H. kristinae* y *H. holodentata* son escuetas y en algunos casos contradictorias. Este autor propuso como criterio para la diferenciación entre estas especies, la relación entre altura y ancho que presenta la cúspide con respecto a los dentículos anteriores. Recientemente, Bauer (2010) presentó el aparato completo de una nueva especie, *H. labiosa*, en el que diferenció elementos Pa, Pb además de varios elementos S y M.

Histiodela kristinae Stouge 1984

Figura 4.5–6

1984. *Histiodela kristinae*; Stouge, p. 87, lám. 18, figs 1–7, 9–11, fig. 17.

Sinonimia completa en Rasmussen (2001).

2004. *Histiodela kristinae* Stouge; Löfgren, lám. 7, fig. u.

2004. *Histiodela* sp. Zhen y Percival; lám. 5, figs G–H.

2005a. *Histiodela kristinae* Stouge; Heredia *et al.*, lám. 3, fig. O.

Material. Tres elementos P: INGEO-MP-1011 (1); INGEO-MP-1037 (1–2).

Procedencia. Formación San Juan, muestras CHL4 y CHL6, Zona de *E. pseudoplanus*.

Descripción. En la presente colección se cuenta solamente con elementos P, los que están caracterizados por una cuchilla asimétrica denticulada, con concentración de materia blanca en los dentículos, los que se encuentran fusionados en la base y libres apicalmente. El borde oral es convexo y se reconoce una lámina en su base. La cúspide se ubica hacia posterior, la misma es reclina y presenta una altura similar a la de los dentículos anteriores. La cúspide tiene una relación de ancho 1,5:1 con los dentí-

culos anteriores; los ejemplares recuperados presentan un mayor desarrollo del proceso posterior, en el que los dentículos posteriores están paralelos a la cúspide y tienen un tamaño similar a los dentículos anteriores y a la cúspide, lo que los hace comparables con el paratipo figurado por Stouge (1984, lám. 18, figs 6, 7).

Histiodela holodentata Ethington y Clark, 1981

Figura 4.4; 8

1981. *Histiodela holodentata* Ethington y Clark, p. 47, lám. 4, figs 1, 3, 4, 16.

Sinonimia completa en Rasmussen (2001).

1998. *Histiodela sinuosa* Graves y Ellison; Albanesi, lám. 4, fig. 26.

2002. *Histiodela tableheadensis* Stouge; Albanesi y Ortega, lám. 1, fig. 4.

2004. *Histiodela holodentata* Ethington y Clark; Löfgren, lám. 7, fig. t.

2005a. *Histiodela sinuosa* Graves y Ellison. Heredia *et al.*, lám. 3, fig. N.

Material. Dos elementos P: INGEO-MP-1027 (1); INGEO-MP-1052 (1).

Procedencia. Formación San Juan, muestra CHL5 y CHL9–10, Zona de *E. pseudoplanus*.

Descripción. En esta colección se cuenta solamente con elementos P, los que tienen una cúspide bien definida ubicada hacia posterior con una relación de ancho 2,5:1 con respecto a los dentículos anteriores, los que se encuentran fusionados en la base y libres apicalmente. Los dentículos anteriores decrecen en altura y ancho hacia anterior, los dentículos adyacentes a la cúspide son ligeramente reclinos, pero al alejarse de la misma se verticalizan. Los dentículos posteriores son pequeños, fusionados y se presentan reclinos. La cúspide presenta una costilla media, que la recorre desde la base y que también se observa en el paratipo ilustrado por Stouge (1984, pl. 18, figs 12, 14).

El borde oral es recto y se observa el desarrollo de una importante lámina basal que presenta una coloración más oscura que la cuchilla denticulada, y tiene un área translúcida típica encima de la lámina en el margen aboral.

Histiodela sp.

Figura 4.7

Material. Un elemento Pa: INGEO-MP-1067 (1).

Procedencia. Formación Los Azules, muestra CHL7, Zona de *E. pseudoplanus*?

Descripción. En esta colección se cuenta solamente con un elemento Pa. La cúspide presenta el mismo tamaño que los dentículos, tanto anteriores como posteriores, los que se encuentran fusionados en la base y libres apicalmente. La cúspide se encuentra en una posición aproximadamente medial y su ubicación queda definida por la orientación de la cavi-

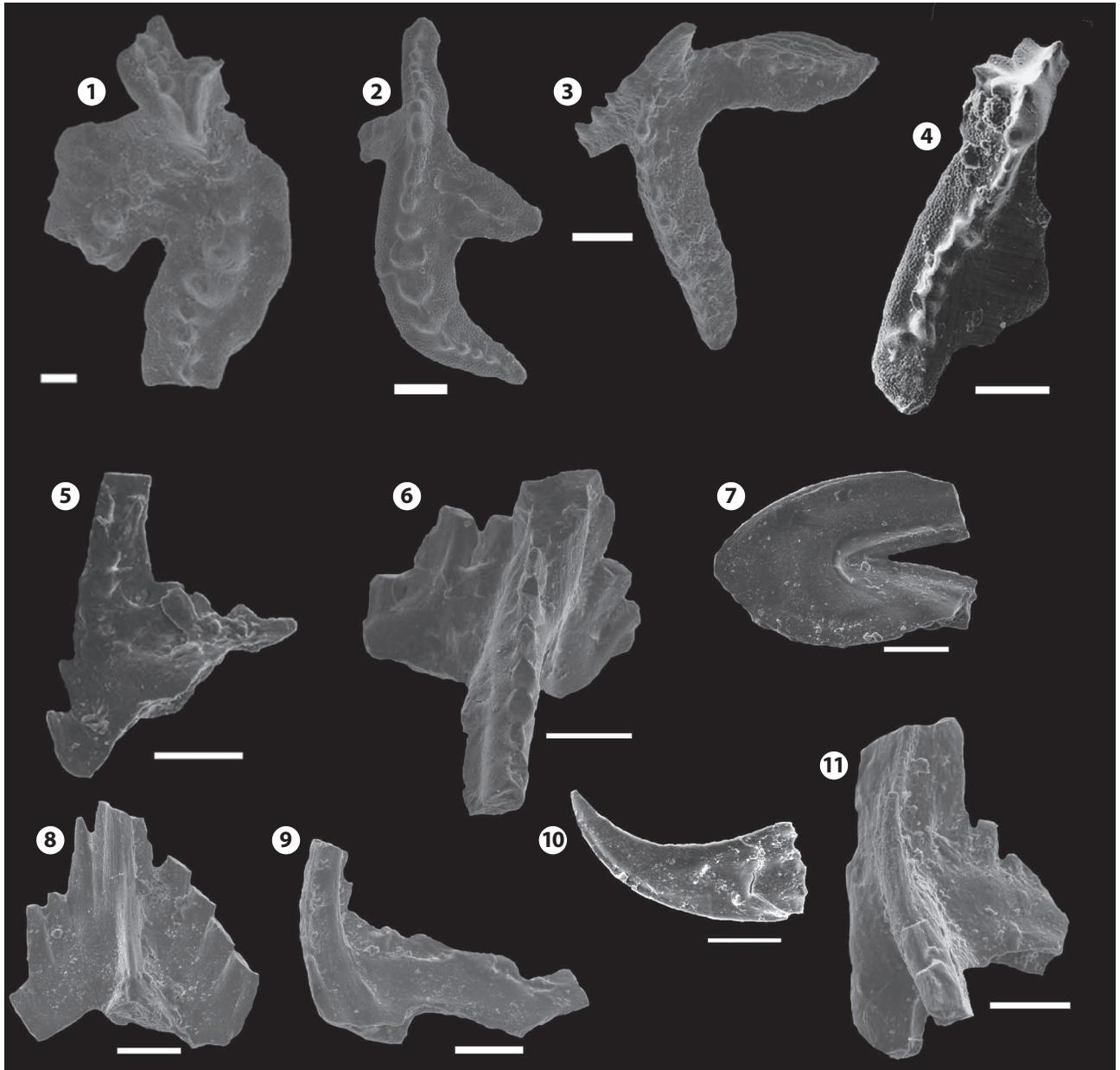


Figura 4. 1–11, Microfotografías de Microscopio Electrónico de Barrido. Todas las formas provienen de niveles del Darriwiliano medio (techo de la Formación San Juan y miembro inferior de la Formación Los Azules, Precordillera Central de San Juan)/ *Scanning Electron Microscope Microphotographs. All figured elements are referred to the middle Darriwilian (uppermost San Juan Formation and lower member of the Los Azules Formation, Escala/ Scale bar= 100 µm. 1–4, Eoplacognathus pseudoplanus* Viira, Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriwiliano medio/ *Cerro La Chilca Section, upper meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriwilian; 1*, Elemento Pa derecho, vista oral, muestra CHL4/ *dextral Pa element, oral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1009(1); 2*, Elemento Pa izquierdo, vista oral, muestra CHL9–10/ *sinistral Pa element, oral view, sample CHL9–10, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1051(1); 3*, Elemento Pb izquierdo, vista antero-lateral, muestra CHL4/ *sinistral Pb element, antero-lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1009(2); 4*, Elemento Pb derecho, vista oral, muestra CHL6/ *dextral Pb element, oral view, sample CHL6, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1035(1). 5–9, Microzarkodina* sp. cf. *M. ozarkodella* Lindström, 1971, Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriwiliano medio/ *Cerro La Chilca Section, uppermost meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriwilian; 5*, Elemento Pa, vista lateral, muestra CHL4/ *Pa element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1012(1); 6*, Elemento Sb1, vista posterior, muestra CHL 9–10/ *Sb1 element, posterior view, sample CHL 9–10, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1053(1); 7*, Elemento M, vista lateral, muestra CHL4/ *M element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1012(6); 8*, Elemento Sa, vista posterior, muestra CHL4/ *Sa element, posterior view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1012(3); 9*, Elemento Sc, vista lateral, muestra CHL4/ *Sc element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1012(4). 10, Ansellia jemtlandica* (Löfgren, 1978), Sección Cerro La Chilca, miembro inferior de la Formación Los Azules, tentativamente Zona de *E. pseudoplanus*, Darriwiliano medio, elemento P, vista lateral, muestra CHL14/ *Cerro La Chilca Section, lower member of Los Azules Formation, tentatively E. pseudoplanus Zone, middle Darriwilian, P element, lateral view, sample CHL14, INGEO-MP-1063(1). 11, Baltoniodus medius* Dzik, 1976, Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriwiliano medio, elemento Pb, vista lateral, muestra CHL 4/ *Cerro La Chilca Section, uppermost meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriwilian, Pb element, lateral view, sample CHL 4, INGEO-MP-1002 (5).*

dad basal. Presenta 8 dentículos anteriores subrectos, que se hacen levemente proclinos hacia anterior, y 6 dentículos posteriores, que presentan el mismo tamaño que los dentículos anteriores. Los dentículos posteriores que se ubican cerca de la cúspide son levemente reclinos y los más distales son subhorizontales.

Orden PRONIOIDONTIDA Dzik, 1976

Familia PERIODONTIDAE Lindström, 1970

Género *Microzarkordina* Lindström, 1971

Especie tipo. *Prioniodina flabellum* Lindström, 1955.

Microzarkodina cf. *M. ozarkodella* Lindström, 1971

Figura 3.5–9

Sinonimia completa en Löfgren y Tomalcheva (2008).

1995. *Plectodina* sp.; Lehnert, lám. 9, fig. 13 y lám.a 11, fig. 16.

Procedencia. Formación San Juan, muestras CHL4 y CHL9–10, Zona de *E. pseudoplanus*.

Material. Un Pa; 1 fragmento de P; 5 Sa; 2 Sb1; 1 Sc; 1 M: INGEO-MP-1012 (1–9); INGEO-MP-1053 (1–2).

Descripción. Los elementos Pa se caracterizan por tener 2–3 dentículos en el proceso anterior, los que se desarrollan en el borde anterior de la cúspide. El proceso posterior se

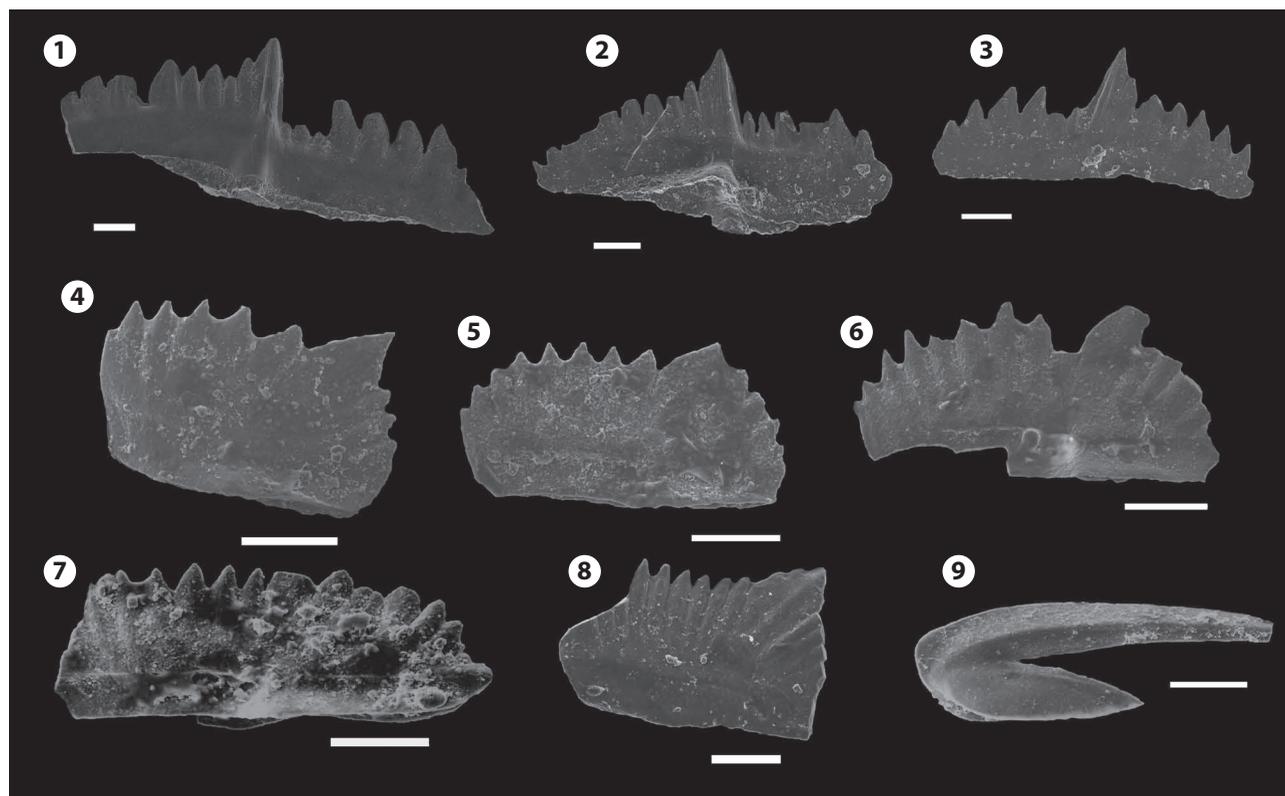


Figura 5. Microfotografías de Microscopio Electrónico de Barrido. Todas las formas provienen de niveles del Darriviliano medio (techo de la Formación San Juan y del miembro inferior de la Formación Los Azules, Precordillera Central de San Juan)/ *Scanning Electron Microscope Microphotographs.* All figured elements are referred to the middle Darriviliano (uppermost San Juan Formation and the lower member of the Los Azules Formation). Escala/ Scale bar= 100 μ m. **1–3,** "*Bryantodina*" aff. *typicalis* Stauffer, 1935, Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriviliano medio/ *Cerro La Chilca Section, uppermost meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriviliano*; **1,** Elemento P?, vista lateral, muestra CHL4/ P? element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1003(1), **2,** Elemento P?, vista lateral, muestra CHL4/ P? element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1003(3); **3,** Elemento P?, vista lateral, muestra CHL4/ P? element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1003(2). **4, 8,** *Histiodella holodentata* Ethington y Clark, 1981, Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriviliano medio/ *Cerro La Chilca Section, uppermost meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriviliano*; **4,** Elemento Pa, vista lateral, muestra CHL5/ Pa element, lateral view, sample CHL5, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1027(1); **8,** Elemento Pa, vista lateral, muestra CHL9–10/ Pa element, lateral view, sample CHL9–10, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1052(1). **5–6,** *Histiodella kristinae* Stouge, 1984, Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriviliano medio/ *Cerro La Chilca Section, uppermost meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriviliano*; **5,** Elemento Pa, vista lateral, muestra CHL4/ Pa element, lateral view, sample CHL4, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1011(1); **6,** Elemento Pa, vista lateral, muestra CHL6/ Pa element, lateral view, sample CHL6, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1037(1). **7,** *Histiodella* sp., Sección Cerro La Chilca, miembro inferior de la Formación Los Azules, tentativamente Zona de *E. pseudoplanus*, Darriviliano medio, elemento Pa, vista lateral, muestra CHL14/ *Cerro La Chilca Section, lower member of the Los Azules Formation, tentatively E. pseudoplanus Zone, middle Darriviliano, Pa element, lateral view, sample CHL14, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1067 (1). **9,** *Parioistodus horridus* (Barnes y Poplawski, 1973), Sección Cerro La Chilca, último metro de la Formación San Juan, Zona de *E. pseudoplanus*, Darriviliano medio, elemento M, vista lateral, muestra CHL6/ *Cerro La Chilca Section, uppermost meter of the San Juan Formation, E. pseudoplanus Zone, middle Darriviliano, M element, lateral view, sample CHL6, Cerro La Chilca, INGEO-MP-1040 (1)*.*

encuentra roto; se observan solo 3 dentículos, libres apicalmente y suberectos. La cúspide presenta, en su parte media, una costilla que se extiende desde la base hasta el extremo superior. El elemento Sa presenta una quilla anterior, particularmente prominente en la base; los procesos laterales divergen en un ángulo de aproximadamente 90° y tienen hasta ocho dentículos cada uno. Hacia anterior del elemento Sb1 se observa una quilla, mientras que el proceso de anterolateral lleva 3–4 dentículos, el proceso posterolateral tiene hasta cinco dentículos y el proceso posterior es largo y presenta hasta ocho dentículos. El elemento Sc presenta una cúspide erecta a recurvada y el proceso posterior tiene 9 dentículos que inclinan hacia posterior. El elemento M presenta una cúspide fina y de aproximadamente la misma longitud que la base, la que presenta un borde basal suavemente curvo a recto.

Observaciones. Sweet (1988) incluyó los géneros *Microzarkodina* y *Periodon* en la Familia Periodontidae, considerando que ambos podrían haber derivado de un ancestro común. Con posterioridad, Dzik (1991) sugirió que *Microzarkodina* forma parte de la familia Plectodinidae. Posteriormente, Donoghue *et al.* (2008), mediante análisis filogenéticos, confirmaron que estos géneros están estrechamente relacionados y los agruparon en el “grado evolutivo” Prionodontida.

Microzarkodina está caracterizada por un aparato septimembrado. En este trabajo no se ha recuperado el aparato completo y los elementos no presentan un buen estado de conservación, por lo que se utiliza una taxonomía abierta en la asignación específica de este taxón.

BIOESTRATIGRAFÍA DE CONODONTES

La mayoría de las especies del género *Histiodela* han sido reconocidas como especies guías en el Midcontinent desde *H. altifrons* hasta *H. kristinae* (Harris *et al.*, 1995, Stouge, 1984). Sin embargo, en Precordillera el género es poco frecuente dentro de las distintas asociaciones de conodontes del Ordovícico Medio (Lehnert, 1995; Albanesi *et al.*, 1998; Heredia *et al.*, 2005a,b). En el presente trabajo se registra la co-ocurrencia de *H. holodentata* y *H. kristinae* en la parte alta de la Zona de *E. pseudoplanus*. Este hecho ya fue registrado en otras regiones tales como Terranova (Stouge, 1984) y Báltica (Löfgren, 2004), lo que permite precisar un corto intervalo de tiempo en el que estas especies coexisten en la parte alta de la Zona de *E. pseudoplanus*.

“*Bryantodina*” aff. *typicalis* resulta de especial interés desde el punto de vista taxonómico y merece un tratamiento

especial para lograr una ubicación sistemática precisa, lo que escapa a los objetivos de la presente contribución. Desde un punto de vista bioestratigráfico, esta especie está presente desde la Zona de *Y. crassus* hasta la Zona de *E. pseudoplanus*.

Viira (1974) definió la especie *Ambalodus pseudoplanus* y la propuso como un taxón guía para el Kunda alto (Darriviliano medio) del este de Báltica. Trabajos posteriores sobre las conodontofaunas de este lapso han reconocido el valor bioestratigráfico de este taxón (Dzik, 1976; 1994; Stouge y Bagnoli, 1990; entre otros).

Zhang (1998b) introdujo por primera vez la Zona de *E. pseudoplanus* y la subdividió en dos subzonas, una inferior Subzona de *M. hagetiana* y otra superior Subzona de *M. ozarkodella*. Posteriormente, esta biozona y sus respectivas subzonas fueron reconocidas y descritas en Baltoescandia (Löfgren, 2000; 2003; 2004; Viira *et al.*, 2001).

E. pseudoplanus fue mencionada por primera vez para Argentina por Hünicken *et al.* (1985) al estudiar los conodontes y graptolitos del área de Cerro Viejo (Huaco). Posteriormente, Sarmiento (1985) definió la Zona de *A. variabilis*-*E. pseudoplanus* para el techo de la Formación San Juan en el flanco oriental de la Sierra de Villicúm. Lehnert (1995) mencionó la presencia de *L. pseudoplanus* en clastos provenientes de conglomerados de la Formación Rinconada. Posteriormente, Albanesi y Astini (1994, 2000) señalaron la presencia de esta especie en el techo de la Formación San Juan en la sección del río Las Chacritas. Heredia *et al.* (2005a,b) definieron una zona compuesta para la parte más alta de la Formación “Las Chacritas”, la Zona de *E. pseudoplanus*/*Dzikodus tablepointensis*. Más recientemente, y para esta misma sección, Mestre (2010), Heredia *et al.*, (2011) y Heredia y Mestre (2011) mencionaron la presencia de las especies guías de la Zonas de *Y. crassus*, *E. pseudoplanus* y *E. suecicus*. Sin embargo, hasta el momento la especie *E. pseudoplanus* (y la biozona que esta define) no ha sido adecuadamente tratada y correctamente introducida en el cuadro bioestratigráfico del Darriviliano medio de Precordillera.

Lehnert (1995) representa el único antecedente sobre la bioestratigrafía de conodontes para la sección del Cerro La Chilca. Este autor propuso tentativamente la Zona de *E. suecicus* para el techo de la Formación San Juan, en función de la asignación de un fragmento a *H. kristinae*, pero no presentó la ubicación estratigráfica de la muestra que proveyó dicha conodontofauna.

La presencia de especies guías como *E. pseudoplanus* (formas tardías), *Microzarkodina* cf. *M. ozarkodella* y *H. kristinae* en co-ocurrencia con *H. holodentata* permite proponer, para

el techo de la Formación San Juan y el miembro inferior de la Formación Los Azules en la sección del Cerro La Chilca, la parte alta de la Zona de *E. pseudoplanus*.

El cuadro bioestratigráfico de conodontes propuesto para el Darriwiliano medio de Precordillera está conformado por la Zona de *Lenodus variabilis*, la que está subdividida en dos subzonas, una inferior o Subzona de *P. gladyisi* y una superior o Subzona de *P. horridus*. Le sigue la Zona combinada de *E. pseudoplanus/D. tablepointensis* y, por último, la Zona de *E. suecicus* conformada por dos subzonas, la inferior o Subzona de *H. kristinae* y la superior o Subzona de *P. anitae* (Albanesi y Ortega 2002; Heredia *et al.*, 2005a,b; Albanesi en Benedetto *et al.*, 2007) (Fig. 5).

Los datos bioestratigráficos vertidos en este trabajo permiten proponer la introducción de la Zona de *E. pseudoplanus* en el cuadro bioestratigráfico de conodontes de Precordillera, como equivalente de al menos la parte alta de la Subzona de *P. horridus* (Albanesi *et al.*, 1998; Albanesi y Ortega, 2002). Esto se infiere debido a que Albanesi *et al.* (2006) mencionaron la presencia de *E. pseudoplanus*, *Dzikodus tablepointensis* (Stouge) y *Dapsilodus viruensis* (Fåhrraus), típicos de la Zona de *E. pseudoplanus* en Báltica (Löfgren, 2004), dentro de la asociación de conodontes reconocidos para la Zona de *L. variabilis* s.l. (Albanesi *et al.*, 1998). Por otro lado, en la sección del Cerro La Chilca no se han recuperados elementos de *D. tablepointensis* asociados con *E. pseudoplanus*, lo que deja en evidencia el fuerte control biofacial del género *Dikodus*, el que caracteriza ambientes de rampa externa con influencia oceánica; por este motivo se propone no utilizar esta biozona combinada.

Con respecto a la utilización del criterio propuesto originalmente por Lehnert (1995), que plantea que la primera aparición de *H. kristinae* constituiría el límite inferior de la Zona de *E. suecicus*, y utilizada para la definición de la Subzona de *H. kristinae* por Albanesi, *et al.* (1998), Albanesi y Ortega (2002), Heredia *et al.* (2005a,b), Albanesi en Benedetto *et al.* (2007), queda plenamente demostrado aquí que *H. kristinae*, como ocurre en otras regiones del mundo, tiene su primera aparición en la parte alta de la Zona *E. pseudoplanus* (Stouge, 1984; Zhang, 1998a; Rasmussen, 2001; Löfgren, 2004), por lo que esta subzona se propone equivalente a la Zona de *E. pseudoplanus* (Fig. 3).

CONCLUSIONES

La asociación de conodontes recuperada del último metro de la Formación San Juan y del miembro inferior de la Formación Los Azules en la sección del Cerro La Chilca,

permite reconocer la parte alta de la Zona de *E. pseudoplanus*. También se propone la introducción de la Zona de *E. pseudoplanus* en equivalencia con al menos la parte alta de la Subzona de *P. horridus* (Zona de *L. variabilis*), Zona de *E. pseudoplanus/D. tablepointensis* y con la Subzona de *H. kristinae* (Zona de *E. suecicus*). Estos nuevos datos estratigráficos y bioestratigráficos de detalle permiten la modificación del cuadro bioestratigráfico de conodontes para el Darriwiliano medio de Precordillera y el ajuste del esquema por comparación con el esquema Báltico.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Heredia por su colaboración en las tareas de campo y lectura crítica del manuscrito y a M. González por su labor en laboratorio. El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) financió parcialmente este estudio

BIBLIOGRAFÍA

- Albanesi, G. 1998. Taxonomía de conodontes de las secuencias ordovícicas del Cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, República Argentina. *Actas, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 12: 99–253.
- Albanesi, G. y Astini, R.A. 1994. Conodontofauna de los niveles cuspidales de la Formación San Juan (Llanvirniano) en el perfil de Las Chacritas, Provincia de San Juan. *6º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Trelew), *Resúmenes Paleoinvertebrados*, p. 48–49.
- Albanesi, G., y Astini, R.A. 2000. Bioestratigrafía de conodontes de la Formación Las Chacritas, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana*, *Suplemento Resúmenes* 37: 68R.
- Albanesi, G., y Ortega, G. 2002. Advances on Conodont-Graptolite Biostratigraphy of the Ordovician System of Argentina. En: F.G. Aceñolaza (Ed.), *Aspects of Ordovician System in Argentina. Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 16: 143–166.
- Albanesi, G., Hünicken, M., y Barnes, C. 1998. Bioestratigrafía de conodontes de las secuencias ordovícicas del cerro Potrerillo, Precordillera Central de San Juan, R. Argentina. *Actas, Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 12: 1–72.
- Albanesi, G., Voldman, G. y Ortega, G. 2006. Control ambiental en la distribución de conodontes de la Zona de *Lenodus variabilis* (Darriwiliano) en la Precordillera del oeste argentino. *9º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Córdoba), *Resúmenes*, p. 127.
- An, T.X., Du, G., y Gao, Q. 1985. *Ordovician conodonts from Hubei, China*. Geological Publications House, Beijing, p. 1–64.
- Astini, R. 1991. [*Paleoambientes sedimentarios y secuencias depositacionales del Ordovícico clástico de la Precordillera Argentina*]. Tesis Doctoral en Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad de Córdoba, 851 p. Inédita].
- Astini, R.A. y Benedetto, J.L. 1992. El Ashqilliano tardío (Hirnantiano) del Cerro La Chilca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Ameghiniana* 28: 249–264.
- Barnes, C.R. y Poplawski, M.L.S. 1973. Lower and Middle Ordovician conodonts from the Mystic Formation, Quebec. *Journal of Paleontology* 47: 760–790.
- Bauer, J.A. 1994. Conodonts from the Bromide Formation (Middle Ordovician). South-Central Oklahoma. *Journal of Paleontology*, 68: 358–376.
- Bauer, J.A. 2010. Conodonts and conodont biostratigraphy of the Joins and Oil Creek formations, Arbuckle Mountains, South-central Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey Bulletin* 150: 1–44.

- Benedetto, J.L. 2010. Placas de macaeridios (Annelida) en pelitas negras del Ordovícico Medio de la Precordillera de San Juan, Argentina. *10º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 7º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (La Plata), *Resúmenes*, p. 137.
- Benedetto, J.L., Aceñolaza, G., Albanesi, G., Alfaro, M., Brussa, E., Bua-tois, L., Carrera, M., Cech, N., Esteban, S., Heredia, S., Mángano, M.G., Ortega, G., Ottone, E., Rubinstein, C., Salas, M., Sánchez, T., Toro, B., Tortello, F., Vaccari, N. y Waisfeld, B. 2007. Los fósiles del Proterozoico Superior y Paleozoico Inferior de Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 11: 9–32.
- Bergström, S. 1971. Middle and Upper Ordovician conodont and graptolite biostratigraphy of the Marathon, Texas graptolite zone reference standard. *Palaeontology* 21: 723–758.
- Blasco, G. y Ramos, V. 1976. Graptolitos caradocianos de la Formación Yerba Loca y del Cerro La Chilca, Departamento Jáchal, Provincia de San Juan. *Ameghiniana* 13: 312–329.
- Bradshaw, L.E. 1969. Conodonts from the Fort Peña Formation (Middle Ordovician), Marathon Basin, Texas. *Journal of Paleontology* 43: 1137–1168.
- Cooper, B.J. 1981. Early Ordovician conodonts from the Horn Valley Silts-tone, Central Australia. *Palaeontology* 24: 147–183.
- Cuerda, A.J. 1965. Nota sobre la estratigrafía de la Sierra de Perico en la Provincia de San Juan. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19: 207–210.
- Cuerda, A.J. 1986. Graptolitos del techo de la Formación San Juan, Precordillera de San Juan. *4º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía* (Mendoza), *Actas* 1: 49–57.
- Donoghue, P., Purnell, M., Aldridge, R. y Zhang, S. 2008. The interrelationships of “complex” conodonts (Vertebrata). *Journal of Systematic Palaeontology* 6: 119–153.
- Dzik, J. 1976. Remarks on the evolution of Ordovician conodonts. *Acta Palaeontologica Polonica* 21: 395–455.
- Dzik, J. 1978. Conodont biostratigraphy and paleogeographical relations of the Ordovician Mójca Limestone (Holy Cross Mts., Poland). *Acta Palaeontologica Polonica* 23: 51–72.
- Dzik, J. 1991. Evolution of the oral apparatuses in the conodont chordates. *Acta Palaeontologica Polonica* 21: 265–323.
- Dzik, J. 1994. Conodonts of the Mójca Limestone. En: J. Dzik, E. Olempska y A. Pisera (Eds.), *Ordovician carbonate platform ecosystem of the Holy Cross Mountain*. *Acta Palaeontologica Polonica* 53: 43–128.
- Epstein, A., Epstein, J. y Harris, L. 1977. Conodont color alteration - An Index to organic metamorphism. *United States Geological Survey Professional Paper* 955: 1–27.
- Ethington, R.L. y Clark, D.L. 1981. Lower and Middle Ordovician Conodonts from the Ibex Area, Western Millard County, Utah. *Brigham Young University Geology Studies* 28: 1–159.
- Furque, G. 1979. Descripción geológica de la Hoja 18c, Jáchal. *Servicio Geológico Nacional, Boletín* 164: 1–79.
- Hadding, A.R. 1913. Undre dicellograptusskiffern i Skåne jämte några därmed ekvivalenta bildningar. *Lunds Universitets Arsskrift (Noue Folge), Afhandlingar* 2, 9: 1–90.
- Hamar, G. 1964. The Middle Ordovician of the Oslo Region, Norway, 17. Conodonts from the Lower Middle Ordovician of Ringerike. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 44: 243–292.
- Hamar, G. 1966. The Middle Ordovician of the Oslo region, Norway. 22. Preliminary report on conodonts from the Oslo-Asker and Ringerike districts. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 46: 27–83.
- Harris, A.G., Dumoulin, J.A., Repetski, J.E. y Carter, C. 1995. Correlation of Ordovician rocks of Northern Alaska. En: J.D. Cooper, M.L. Droser y S.C. Finney (Eds.), *Ordovician Odyssey: Short Paper for the Seventh International Symposium on the Ordovician System, Las Vegas*. SEPM, Fullerton, p. 21–26.
- Harris, R.W. 1962. New conodonts from the Joins (Ordovician) Formation of Oklahoma. *Oklahoma Geology Notes* 22: 199–211.
- Hass, W.H. 1959. Conodonts from the Chappel Limestone of Texas. *United States Geological Survey Professional Paper* 294J, p. 365–400.
- Heredia, S. y Mestre, A. 2011. Middle Darriwilian Conodont Biostratigraphy in the Argentine Precordillera. En: J.C. Gutiérrez Marco, I. Rábano y D. García Bellido (Eds.), *Ordovician of the World. Cuadernos del Museo Geominero* 14: 229–234.
- Heredia, S., Beresi, M. y Peralta, S. 2005a. Darriwilian conodont biostratigraphy of the Las Chacritas Formation, Central Precordillera, San Juan Province, Argentina. *Geologica Acta* 3: 385–394.
- Heredia, S., Beresi, M. y Mestre, A. 2011. La estratigrafía del Ordovícico Medio del río Las Chacritas, Precordillera Central de San Juan. *Serie Correlación Geológica (INSUGEO)* 27: 18–26.
- Heredia, S., Rosales, C., Peralta, S. y Beresi, M. 2005b. Conodontes de la Formación Las Chacritas (Darriwiliano) y su significado tecto-sedimentario en el Bloque Sierra de La Trampa-Los Blanquitos, Precordillera de San Juan. *16º Congreso Geológico Argentino* (La Plata), *Actas* 3: 445–450.
- Hünicken, M. 1985. Lower Ordovician conodont biostratigraphy in Argentina. *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias* 56: 309–349.
- Keller, M. 1999. Argentine Precordillera: Sedimentary and Plate Tectonic History of a Laurentian Crustal Fragment in South America. *Geological Society of America Special Paper* 341: 1–131.
- Lehnert, O. 1995. Ordovizische Conodonten aus der Präkordillere Westargentinens: Ihre Bedeutung für Stratigraphie und Paläogeographie. *Erlangen geologische Abhandlungen* 125: 1–193.
- Lindström, M. 1955. Conodonts from the lowermost Ordovician strata of south-central Sweden. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 76: 517–604.
- Lindström, M. 1970. A suprageneric classification of the conodonts. *Lethaia* 3: 427–445.
- Lindström, M. 1971. Lower Ordovician conodonts of Europe. *Geological Society of America Memoir* 127: 21–61.
- Löfgren, A. 1978. Arenigian and Llanvirnian conodonts from Jämtland, northern Sweden. *Fossils and Strata* 13: 1–129.
- Löfgren, A. 2000. Early to early Middle Ordovician conodont biostratigraphy of the Gillberga quarry, northern Öland, Sweden. *GFF* 122: 321–338.
- Löfgren, A. 2004. The conodont fauna in the Middle Ordovician *Eoplacognathus pseudoplanus* Zone of Baltoscandia. *Geological Magazine* 141: 505–524.
- Löfgren, A. y Tomalcheva, T. 2008. Morphology, evolution and stratigraphic distribution in the Middle Ordovician conodont genus *Microzarkodina*. *Earth and Environment at Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh* 99: 27–48.
- Löfgren, A. y Zhang J. 2003. Element association and morphology in some Middle Ordovician platform-equipped conodonts. *Journal of Paleontology* 77: 723–739.
- McHargue, T.R. 1974. Ontogeny, phylogeny, and apparatus reconstruction of conodonts genus *Histiodela*, Joins Formation, Arbuckle Mountains, Oklahoma. *Journal of Paleontology* 56: 1410–1433.
- Mestre, A. 2010. [Estratigrafía y bioestratigrafía de Conodontes de la “Transición Cuspidal” de la Formación San Juan al sur del paralelo 30°, Precordillera de San Juan]. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de San Juan, 330 p. Inédita].
- Mound, M.C. 1965. A conodont fauna from the Joins Formation (Ordovician), Oklahoma. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 4: 1–45.
- Ortega, G. 2010. Primeros registros de machaeridas (Annelida) en el Ordovícico Medio y Superior de Argentina. *10º Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y 7º Congreso Latinoamericano de Paleontología* (La Plata), *Resúmenes*, p. 52.

- Pander, C.H. 1856. *Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems der russisch- Baltischen Gouvernements*. Akademie der Wissenschaften, San Petersburgo, 91 p.
- Rasmussen, J.A. 2001. Conodont biostratigraphy and taxonomy of the Ordovician shelf margin deposits in the Scandinavian Caledonides. *Fossils and Strata* 48: 1–180.
- Sánchez, T.M, Carrera, M.G y Benedetto, J.L. 1996. Variaciones faunísticas en el techo de la Formación San Juan (Ordovícico temprano, Precordillera Argentina): significado paleoambiental. *Ameghiniana* 33: 185–200.
- Sarmiento, G.N. 1985. La Biozona de *Amorphognathus variabilis* - *Eoplacognatus pseudoplanus* (Conodonts), Llanvirniano inferior, en el flanco oriental de la sierra de Villicum. 1^{er} Jornadas Sobre Geología de Precordillera. *Actas 1. Serie "A", Asociación Geológica Argentina* 2: 119–123.
- Sergeeva, S.P. 1963. Konodontij iz niznego ordovika Leningradskoj oblasti. [Conodonts from the Lower Ordovician in the Leningrad region] *Paleontologicheskii Zhurnal*: 93–108 [en Ruso].
- Serpagli, E. 1974. Lower Ordovician conodonts from Precordilleran Argentina (Province of San Juan). *Bolletino della Società Paleontologica Italiana* 13: 17–95.
- Stappenbeck, R. 1910. La Precordillera de San Juan y Mendoza. *Anales de la Sección Geología, Minería y Mineralogía del Ministerio de Agricultura* 4: 1–187.
- Stauffer, C. 1935. Conodonts of the Glenwood beds. *Geological Society of America Bulletin* 46: 125–168.
- Stone, J. 1987. Review of investigative techniques used in the study of conodonts. En: R. Austin (Ed.), *Conodonts: Investigative Techniques and Applications*. Ellis Horwood Limited, Chichester, p.17–34.
- Stouge, S. 1984. Conodonts of the Middle Ordovician Table Head Formation, western Newfoundland. *Fossils and Strata* 16: 1–145.
- Stouge, S. y Bagnoli, G. 1990. Lower Ordovician (Volkhovian–Kundan) conodonts from Hagudden, northern Öland, Sweden. *Palaeontographia Italica* 77: 1–54.
- Sweet, W. C. 1981. Macromorphology of elements and apparatuses. En: R.A. Robinson (Ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part W, Miscellaneous, Supplement 2, Conodonts*. Geological Society of America and University of Kansas Press, Lawrence, p. 5–20.
- Sweet, W. C. 1988. *The Conodonts: Morphology, Taxonomy, Paleocology, and evolutionary history of a long-extinct animal phylum*, Oxford Monographs on Geology and Geophysics, No. 10. Clarendon Press, Nueva York - Oxford, 212 p.
- Tortello, M.F. y Peralta, S.H. 2004. Trilobites del miembro inferior de la Formación Gualcamayo (Llanvirniano temprano) en el Cerro La Chilca, Precordillera de San Juan, Argentina. *Boletín Geológico y Minero* 115: 665–62.
- Viira, V. 1974. *Konodonty Ordovika Pribaltiki*. Valgus, Tallinn, 142 p. (en ruso con resumen en inglés).
- Viira, V., Löfgren, A., Mägi, S. y Wickström, J. 2001. An Early to Middle Ordovician succession of conodont faunas at Mäekalda, northern Estonia. *Geological Magazine* 138: 699–718.
- Voldman, G., Albanesi, G. y Do Campo, M. 2008. Conodont palaeothermometry of contact metamorphism in Middle Ordovician rocks from the Precordillera of western Argentina. *Geological Magazine* 145: 449–462.
- Webers, G.F. 1966. The Middle and Upper Ordovician conodonts faunas of Minnesota. *Minnesota Geological Survey Special Publication Series* 4: 1–123.
- Zhang, J. 1998a. Conodonts from the Guniutan Formation (Llanvirnian) in Hubei and Hunan Provinces, south-central China. *Stockholm Contributions in Geology* 46: 1–161.
- Zhang, J. 1998b. Middle Ordovician conodonts from the Atlantic Faunal Region and the evolution of key conodont genera. *Meddelanden från Stockholms Universitets institution för geologi och geokemi* 298: 5–27.
- Zhang, J., Barnes, C.R. y Cooper, B.J., 2003. Early Late Ordovician conodonts from the Stokes Siltstone, Amadeus Basin, central Australia. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 245: 1–37.
- Zhen, Y. y Percival, I. 2004. Middle Ordovician (Darriwilian) conodonts from allocthonous limestones in the Oakdale Formation of central New South Wales. *Alcheringa* 28: 77–111.

doi: 10.5710/AMGH.v49i2(432)

Recibido: 11 de noviembre de 2010

Aceptado: 29 de julio de 2011