

TRILOBITES AGNÓSTIDOS DEL LÍMITE CÁMBRICO-ORDOVÍCICO DE LA FORMACIÓN LAMPAZAR, SIERRA DE CAJAS, PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA



M. Franco TORTELLO y Guillermo Federico ACEÑOLAZA

Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo.
Miguel Lillo 205, S. M. de Tucumán (4000), Argentina.

ABSTRACT

Agnostid trilobites of the Cambrian-Ordovician boundary are described from the Sierra de Cajas, Province of Jujuy, Argentina. They originate from the lower and middle levels of the Lampazar Formation, which is mainly constituted by green and black shales attributed to the Upper Cambrian-Lower Tremadocian. *Micragnostus vilonii* (Harrington & Leanza, 1957), *Gymnagnostus bolivianus* (Hoek, 1912), *Pseudoperonopsis zuninoi* Harrington & Leanza, 1957, *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington & Leanza, 1957) and *Leiagnostus turgidulus* Harrington & Leanza, 1957, are Figured and described. These well preserved trilobites are found associated with olenids of the *Parabolina (Neoparabolina) argentina* Biozone. Finally, some palaeoecological and palaeoenvironmental considerations are presented. These suggest that the accumulation of the specimens described corresponds to a euxinic, low energy environment.

Keywords: Systematics, Trilobites, Agnostida, Cambrian-Ordovician boundary, Jujuy, Argentina, Palaeoecology.

RESUMEN

Se describe una asociación de trilobites agnóstidos del Cámbrico Superior-Tremadociano Inferior de la Sierra de Cajas, Provincia de Jujuy, Argentina. Los fósiles provienen de los niveles inferior y medio de la Formación Lampazar, la cual está formada predominantemente por facies pelíticas de lutitas verdes y negras asignadas al límite Cámbrico-Ordovícico. Se describen e ilustran *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza, 1957), *Gymnagnostus bolivianus* (Hoek, 1912), *Pseudoperonopsis zuninoi* Harrington y Leanza, 1957, *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington y Leanza, 1957) y *Leiagnostus turgidulus* Harrington y Leanza, 1957. Los ejemplares estudiados presentan un buen estado de preservación y se hallan asociados a una fauna de olenidos de la Biozona de *Parabolina (Neoparabolina) argentina*. Finalmente se realizan algunas consideraciones paleoecológicas y paleoambientales, sugiriéndose que la acumulación del material estudiado se verificó bajo condiciones euxínicas, de baja energía.

Palabras clave: Sistemática, Trilobites, Agnostida, Límite Cámbrico-Ordovícico, Jujuy, Argentina, Paleoecología.

INTRODUCCIÓN

La Sierra de Cajas, situada en el ámbito de la Cordillera Oriental, presenta una diversa fauna de trilobites asignable al lapso Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior en un buen estado de preservación.

Este hecho ha motivado la realización de trabajos de campo con la finalidad de revisar y ratificar la sección estratigráfica y efectuar una recolección sistemática de material paleontológico, con el objeto de incorporar nuevos datos a la bioestratigrafía y paleoambientes del límite entre ambos sistemas.

El examen de los ejemplares obtenidos ha revelado la presencia de distintos taxa que sólo habían sido citados y brevemente descriptos pero nunca figurados para esta localidad. El presente trabajo tiene como objetivo documentar cinco especies de trilobites agnóstidos provenientes de los niveles inferior y medio de la Formación Lampazar y de esta manera aportar algunas ideas sobre la posición estratigráfica que ellas poseen.

ANTECEDENTES

La determinación de la existencia del Tremadociano en el área en consideración fue efectuada por Kobayashi (1937) y Harrington (1938), quienes estudiaron diferentes colecciones de braquiópodos y trilobites obtenidas en las inmediaciones de Cajas. Posteriormente, Harrington y Leanza (1957) han mencionado un afloramiento en la región aunque no aportaron datos sustanciales.

El primer estudio detallado de la geología y estratigrafía fue realizado por Aceñolaza (1966 inéd., 1968), quien describió la secuencia estratigráfica completa del Cámbrico y del Ordovícico y su contenido fosilífero. Por otra parte, Méndez (1973) contribuyó con una síntesis de índole geológica, y Benedetto (1977) hizo conocer una nueva fauna de trilobites tremadocianos.

Finalmente, Alonso *et al.* (1982), Suárez *et al.* (1982), Martín *et al.* (1986) y Cortés *et al.* (1987) sumaron información a la estratigrafía y paleontología de la zona.

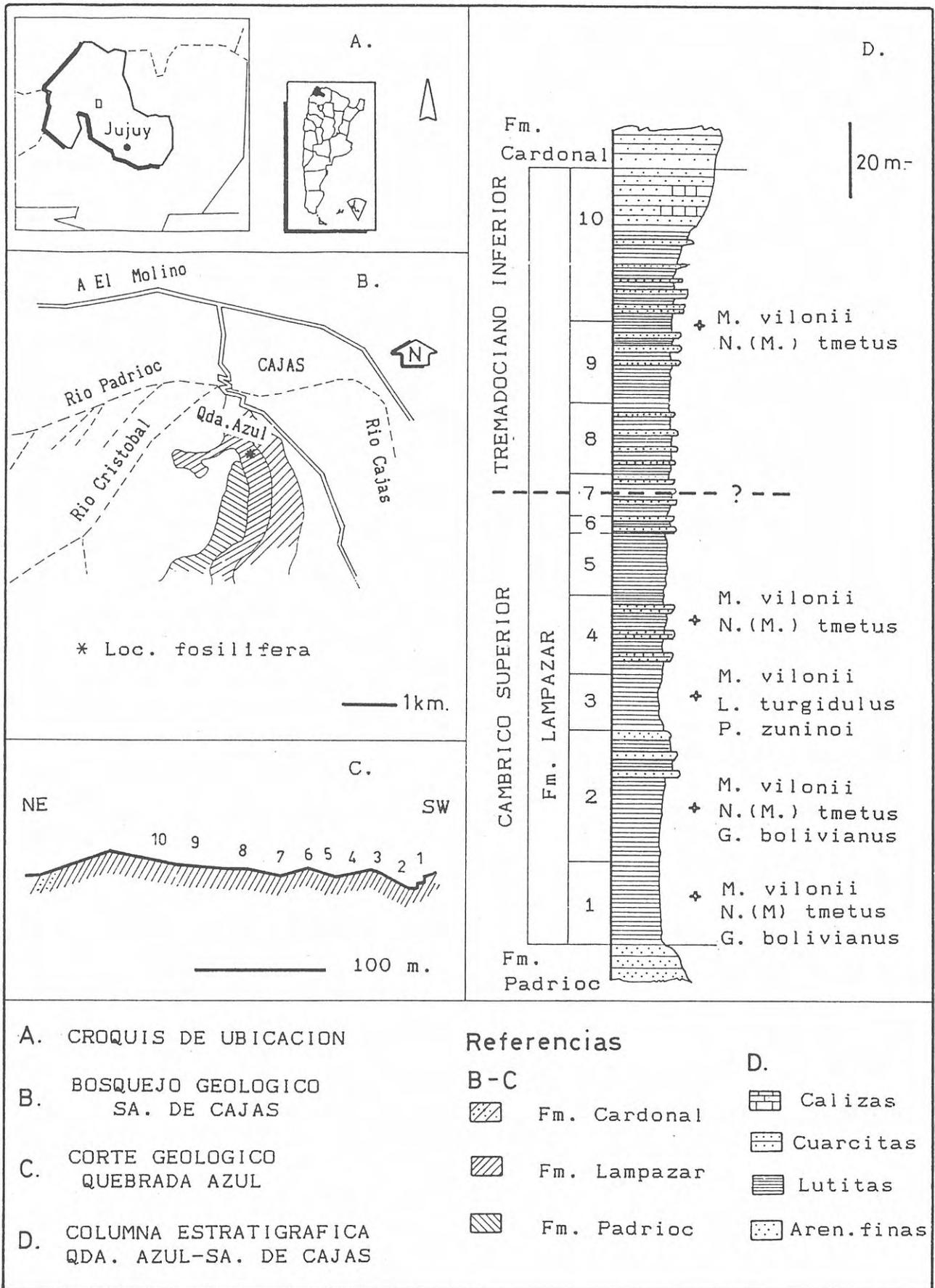


Figura 1. Mapa de ubicación e información geológica de la localidad estudiada.

PROCEDENCIA DEL MATERIAL FÓSIL

La Sierra de Cajas integra el borde oriental de la Puna jujeña, tiene unos 18 km de longitud de rumbo NNE-SSO y conforma un anticlinal con un núcleo cuarcítico del Cámbrico Superior flanqueado por sedimentitas ordovícicas.

La localidad fosilífera de donde procede el material se halla en el extremo norte de la sierra, a una altura de 3800 m.s.n.m., sobre la pared noreste de la Quebrada Azul, 5 km al este de la localidad de El Molino (Fig. 1).

ESTRATIGRAFÍA

La secuencia estudiada en el presente trabajo pertenece a la Formación Lampazar (Cámbrico Superior-Ordovícico Inferior), la cual posee en esta localidad un desarrollo columnar de unos 180 m de espesor (basado en Aceñolaza, 1968). En dicha sección se han diferenciado los siguientes tramos (Fig. 1).

Techo: Fm. Cardonal.

143-180 m: Lutitas verdosas intercaladas en horizontes cuarcíticos blanco grisáceo y areniscas laminadas verde amarillento. Por encima, cuarcitas blanco grisáceo con intercalaciones de areniscas laminadas verdosas, que pasan lateralmente a calizas. Se identificaron *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser) y *Beltella ulrichi* (Kayser).

125-143 m: Lutitas verde oliva con intercalaciones grauváquicas y areniscas que presentan una variación en la composición del cemento. Contienen *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza), *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington y Leanza), *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser) y *Beltella ulrichi* (Kayser).

110-125 m: Lutitas verdosas, grauvacas y areniscas finas laminadas.

98-110 m: Lutitas verde claro, laminadas, con intercalaciones de areniscas finas.

96-98 m: Lutitas verde oscuro, laminadas, con abundantes intercalaciones de areniscas finas de textura grauváquica.

81-96 m: Lutitas negras, pizarreñas, micáceas. Contienen *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser), *Parabolinella argentinensis* Kobayaski y *Plicatolina scalpta* Harrington y Leanza.

63-81 m: Lutitas gris verdoso, pizarreñas, micáceas, con abundantes intercalaciones cuarcíticas. En este nivel se obtuvieron ejemplares de *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza), *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington y Leanza), *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser), *Parabolinella argentinensis* Kobayaski, *Plicatolina scalpta* Harrington y Leanza, *Beltella ulrichi* (Kayser) y *Angelina hyeronimi* (Kayser).

50-63 m: Lutitas laminadas verde grisáceo con *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza), *Leagnostus turgidulus* Harrington y Leanza, *Pseudoperonopsis zuninoi* Harrington y Leanza, *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser) y *Parabolinella argentinensis* Kobayaski.

20-50 m: Lutitas negras, fisiles, con grietas rellenas de sulfatos. Por encima, lutitas gris verdoso con *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza), *Gymnagnostus bolivianus* (Hoek), *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington y Leanza), *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser), *Parabolinella argentinensis* Kobayaski y *Plicatolina scalpta* Harrington y Leanza.

0-20 m: Lutitas negras y negro grisáceo. Contienen *Micrag-*

nostus vilonii (Harrington y Leanza), *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington y Leanza), *Gymnagnostus bolivianus* (Hoek), *Parabolina (Neoparabolina) argentina* (Kayser), *Parabolinella argentinensis* Kobayaski, *Angelina hyeronimi* (Kayser), *Beltella ulrichi* (Kayser), *Plicatolina scalpta* Harrington y Leanza y *Shumardia erquensis* Kobayaski.

Base: Cuarcitas de la Formación Padrioc (Cámbrico Superior).

DESCRIPCIÓN SISTEMÁTICA

A continuación se describe el material fósil correspondiente al Orden Agnostida que hasta la fecha ha sido reconocido en la sección de la Sierra de Cajas, según colección Aceñolaza 1966 (Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba -Lp-) y colección Tortello-Aceñolaza 1991 (Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo, Universidad Nacional de Tucumán -PIL-).

Orden AGNOSTIDA Salter, 1864

Superfamilia AGNOSTOIDEA M'Coy, 1849

Familia Agnostidae M'Coy, 1849

Subfamilia Agnostinae M'Coy, 1849

Género *Micragnostus* Howell, 1935

Especie tipo: *Agnostus calvus* Lake, 1906, por designación original.

Observaciones: Fortey (1980), Zhou (1987), Ahlberg (1989) y Sun (1989) han discutido diferentes aspectos del género, entre ellos su relación con *Homagnostus* y *Geragnostus*, y han postulado que varias especies originalmente asignadas a este último deberían ser actualmente referidas a *Micragnostus*.

Micragnostus vilonii (Harrington y Leanza, 1957)
(Lám. I, Figs. 1-4)

1951 *Geragnostus tilcuyensis* (Kayser); Harrington y Kay, 659, Lám. 96, Fig. 18.

1957 *Geragnostus (Micragnostus) vilonii* Harrington y Leanza, 68, Figs. 12 y 13 (7-8).

1963 *Geragnostus (Micragnostus) vilonii* Harrington y Leanza; Castellano, 60, 1 Fig.

1980 *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza); Fortey, 23.

Material: 16 ejemplares completos (PIL 13834-13835), 28 cefalones y 20 pigidios (PIL 13839-13840). Colección Tortello-Aceñolaza 1991, Quebrada Azul, Formación Lampazar.

Descripción: Cefalón subcircular, moderadamente convexo, de largo y ancho subiguales. El punto más alto está localizado en la parte posterior de la glabela, y el ancho alcanza su valor máximo al nivel del sector medio de la misma. Glabela bien definida por surcos axiales subparalelos, ocupando 0,7 del largo total del cefalón. Surco transglabelar profundo y ligeramente curvo hacia atrás, situado a 2 tercios del largo glabelar medido desde el margen posterior. Lóbulo anterior redondeado y convexo. Lóbulo posterior convexo, con un tubérculo alargado y apenas visible ubicado sobre la región media. Lóbulos basales triangulares, conectados por una estrecha banda occipital. Genas convexas, confluentes, de ancho uniforme. Borde y surco marginal angostos. Borde de ancho constante anterior y anterolateralmente, tornándose más delgado hacia atrás.

Tórax con segmentos moderadamente dilatados (sag.). Anillos axiales anchos (tr.), trisegmentados longitudinalmente. Pleuras cortas.

Pigidio más ancho que largo, convexo. Raquis pigidial de longitud variable (entre 0,65 y 0,8 del largo del pigidio), trisegmentado. Primer segmento (M1) delimitado lateralmente por surcos axiales convergentes hacia atrás, formado por una parte media y un par de lóbulos laterales bien definidos. Segundo segmento (M2) de lados subparalelos, más largo que el anterior, provisto de un tubérculo central en forma de gota que constituye el punto más alto del pigidio y que se proyecta levemente sobre el segmento siguiente. Tercer segmento (M3) de longitud variable, expandido en su parte media y redondeado posteriormente, separado de M2 por un surco transversal o arqueado suavemente hacia atrás. Pleuras pigidiales convexas, confluentes. Borde moderadamente ancho y elevado, bien definido por un surco marginal angosto. Espinas postero-laterales pequeñas.

El buen estado de preservación del material permite observar que la superficie del exoesqueleto presenta, especialmente sobre las mejillas y las pleuras pigidiales, una ornamentación de finas líneas elevadas dispuestas en forma paralela a los márgenes del cefalón y del pigidio.

Observaciones: El abundante material disponible ha hecho posible determinar que la longitud del último segmento del raquis pigidial es un carácter variable, que oscila entre 0,30 y 0,45 del largo total del pigidio. Precisamente, el largo y la forma de M3 son caracteres que se presentan como variables en muchas especies de agnóstidos (Hunt, 1967; Fortey, 1980; Ahlberg, 1989).

Por otro lado, a la descripción original se agrega la presencia de las finas líneas sobre el exoesqueleto.

Estos aportes refuerzan la afinidad de *M. vilonii* con *M. serus* Fortey del Ordovícico Inferior de Spitsbergen, ya señalada por Fortey (1980). Asimismo, *M. vilonii* comparte similitudes morfológicas con *M. intermedius* (Palmer) del Cámbrico Superior de Alaska (Palmer, 1968) y del Tremadociano inferior de Méjico (Robison y Pantoja-Alor, 1968). Sin embargo, la última especie presenta el lóbulo glabelar anterior más pequeño, los surcos axiales del cefalón suavemente convergentes, evidencia de un surco preglabellar mediano y el tubérculo del raquis pigidial no extendido hasta M3.

Género *Gymnagnostus* Robison y Pantoja-Alor, 1968

Especie tipo: *Gymnagnostus gongros* Robison y Pantoja-Alor, 1968, por designación original.

Gymnagnostus bolivianus (Hoek, 1912)
(Lám. I, Figs. 5-6)

- 1912 *Agnostus bolivianus* Steinmann y Hoek, 212, Lám. 7, Fig. 6.
1935 *Gallagnostus bolivianus* (Hoek); Howell, 227.

- 1937 *Gallagnostus bolivianus* (Hoek); Kobayashi, 448, Lám. 2, Figs. 1-2, Fig.-Text. 17.
1938 *Gallagnostus dubius* Harrington, 165, Lám. 4, Figs. 6-7.
1943 *Gallagnostus bolivianus* (Hoek); Harrington y Leanza, 346, Lám. 2, Fig. 4.
1957 *Gallagnostus bolivianus* (Hoek); Harrington y Leanza, 78, Figs. 21(2) y 23.
1958 *Agnostus bolivianus* Hoek; Pokrovskaja, 46.
1963 *Gallagnostus bolivianus* (Hoek); Castellaro, 62, 1 Fig.
1980 *Gymnagnostus? bolivianus* (Hoek); Pribyl y Vanek, 11, Lám. 1, Fig. 6.
1980 *Gymnagnostus thoas*; Pribyl y Vanek, 10, Lám. 1, Fig. 7.

Material: 12 ejemplares completos (PIL 13846-13847), 15 cefalones y 21 pigidios. Colección Tortello-Aceñolaza 1991, Quebrada Azul, niveles inferiores de la Formación Lampazar.

Descripción: Cefalón aproximadamente tan ancho como largo, convexo. Completamente liso o con un pequeño tubérculo poco visible, ubicado a un tercio del largo cefálico medido desde el margen posterior, y los surcos axiales marcados solamente en su porción proximal, delimitando el borde externo de los pequeños lóbulos basales. Ejemplares juveniles con los lóbulos basales completamente delineados y los surcos axiales mejor desarrollados, extendidos hacia adelante en mayor o menor grado. Borde angosto, bien definido, que se estrecha posterolateralmente.

Tórax con anillos axiales muy anchos (tr.), divididos en un lóbulo mediano y un par de lóbulos laterales. Surcos axiales profundos. Pleuras cortas, con surcos pleurales conspicuos.

Pigidio subcircular, aproximadamente tan ancho como largo, convexo, liso. En algunos ejemplares se observa el raquis pigidial apenas marcado, corto, que ocupa 0,40 del largo total del pigidio. Borde bien definido, angosto, que se estrecha hacia adelante.

Observaciones: Robison y Pantoja-Alor (1968) han considerado poco probable que especies del Ordovícico Inferior puedan pertenecer al género *Gallagnostus*, cuya especie tipo es asignada al Cámbrico Medio. Por otro lado, estos autores sugirieron que las formas lisas del Tremadociano con evidencia de un raquis pigidial corto de "tipo geragnóstido" podrían ser referidas al género *Gymnagnostus*.

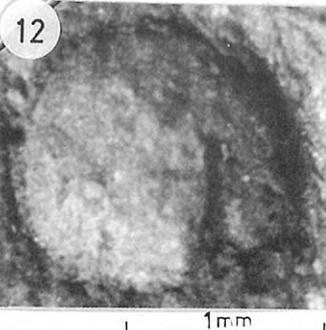
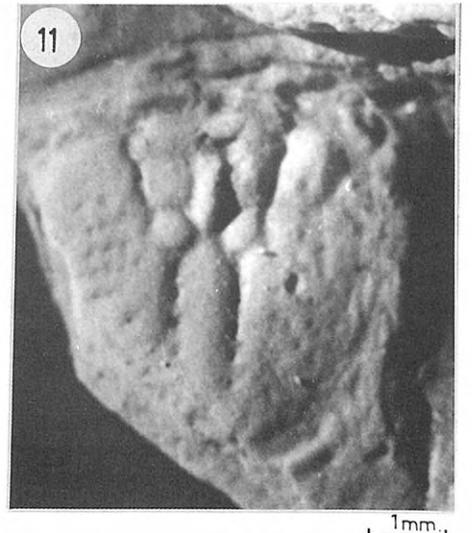
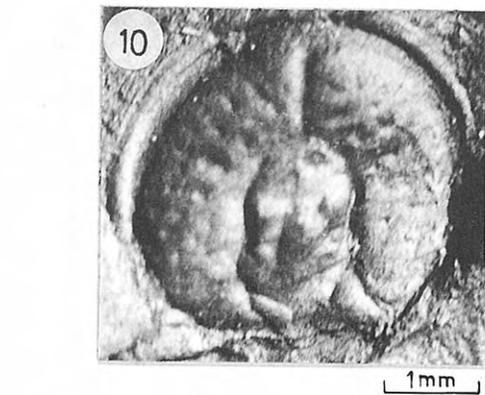
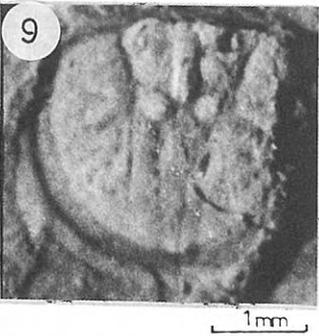
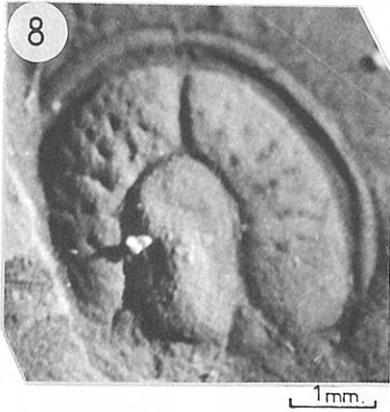
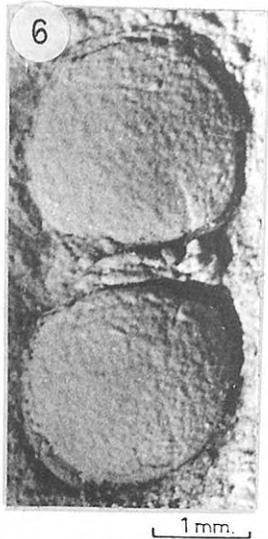
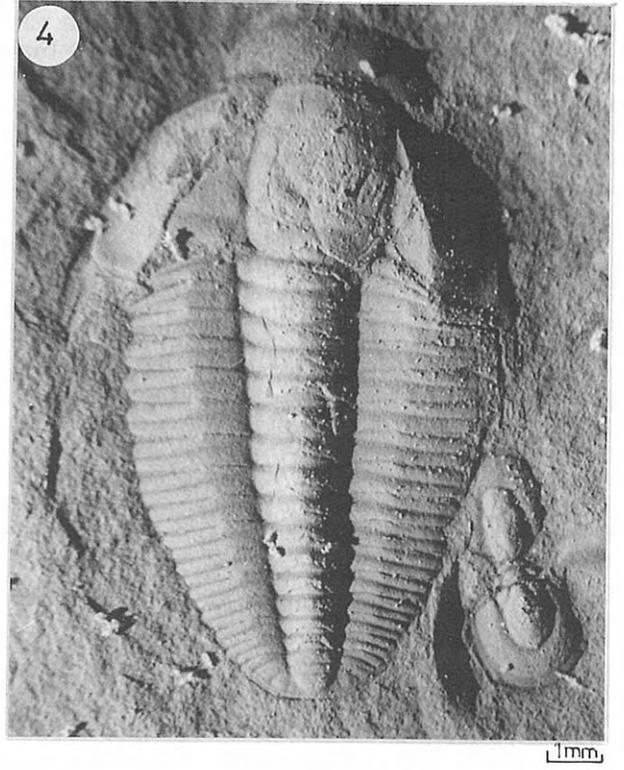
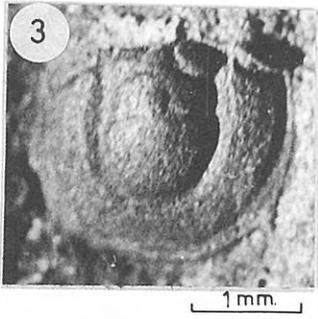
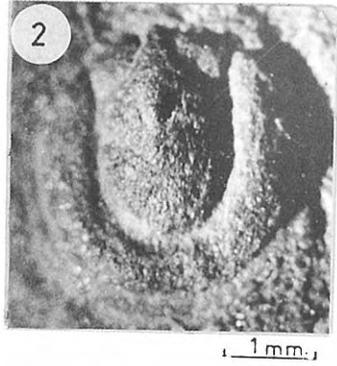
Por su parte, Pribyl y Vanek (1980) han asignado esta especie a *Gymnagnostus* con dudas, debido al desconocimiento que se poseía de las estructuras axiales del pigidio. Posteriormente, Fortey y Owens (1991) expresaron que "*Gallagnostus? bolivianus* comparte el plan morfológico de la especie tipo: *Gymnagnostus gongros*."

En 4 ejemplares examinados en este trabajo pudo observarse un raquis pigidial levemente marcado, con características que también justifican la asignación al género *Gymnagnostus*. En función del abundante material bien preservado se ha notado que una cantidad de ejemplares se presentan completamente lisos, mientras otros muestran los caracteres axiales antes mencionados desarrollados en distinto grado. Diferencias de este tipo ya han sido observadas por Robison y

Lámina I

- 1-4 *Micragnostus vilonii* (Harrington y Leanza, 1957). 1 Ejemplar completo, molde interno (PIL 13835). 2 Pigidio, molde interno (PIL 13839). 3 Pigidio, molde interno (PIL 13840). 4 Ejemplar completo junto a un olénido, molde interno (PIL 13834).
5-6 *Gymnagnostus bolivianus* (Hoek, 1912). 5 Ejemplar completo, molde interno (PIL 13846). 6 Ejemplar completo, molde interno (PIL 13847).

- 7 *Leiagnostus turgidulus* Harrington y Leanza, 1957. Ejemplar completo, molde interno (PIL 13848).
8-11 *Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus* (Harrington y Leanza, 1957). 8 Cefalón, molde interno (PIL 13843). 9 Pigidio, molde interno (PIL 13844). 10 Cefalón, molde interno (PIL 13842). 11 Pigidio, molde interno (PIL 13845).
12 *Pseudoperonopsis zuninoi* Harrington y Leanza, 1957. Cefalón, molde interno (Lp 204-25).



Pantoja-Alor (1968) en *Gymnagnostus gongros*, del Tremadociano inferior de Méjico, y se atribuyeron a variaciones existentes en los diferentes estadios ontogenéticos de la especie.

Por otro lado, Pribyl y Vanek (1980) describieron *Gymnagnostus thoas* basados en el examen de tres ejemplares de la Biozona de *Parabolina (Neoparabolina) argentina*, de Taraya, Bolivia. Se destacaron, entre otros caracteres, el cefalón y el pigidio semicirculares, los lóbulos basales pequeños, los surcos axiales cefálicos parcialmente desarrollados y el pigidio no segmentado; se expresó también que difiere de *G. bolivianus* en presentar su exoesqueleto menos liso.

Sin embargo, debe destacarse que existe una similitud muy grande entre *G. thoas* Pribyl y Vanek y los estadios tempranos de *G. bolivianus* (Hoek).

En base al numeroso material que se tuvo oportunidad de examinar (12 ejemplares completos, 15 cefalones y 21 pigidios) y con el apoyo además de los hechos de que comparten la Biozona de *P. (N.) argentina* y que están presentes en la misma cuenta, se postula aquí a *G. thoas* como sinónimo de *G. bolivianus*. *G. bolivianus* (Hoek) se diferencia de *G. gongros* Robison y Pantoja-Alor básicamente por carecer de espinas posterolaterales y de un tubérculo pigidial conspicuo.

Familia Spinagnostidae Howell, 1935

Género *Pseudoperonopsis* Harrington, 1938

Especie tipo: *Agnostus sallesi* Munier-Chalmas y Bergeron, 1889, por designación original.

Pseudoperonopsis zuninoi Harrington y Leanza, 1957
(Lám. I, Fig. 12)

1957 *Pseudoperonopsis zuninoi* Harrington y Leanza, 75, Figs. 19 y 21(6).

Material: 1 Cefalón (Lp 204-25). Colección Aceñolaza 1966, Quebrada Azul, niveles inferiores de la Fm. Lampazar.

Descripción: Cefalón suavemente convexo, subcircular, de largo y ancho subiguales. Glabella apenas elevada sobre el nivel de las genas, definida por surcos axiales suavemente convergentes y ocupando dos tercios del largo total del cefalón. Surco transglabellar superficial, recto. Lóbulo anterior redondeado, de largo y ancho subiguales, que representa un tercio del largo glabellar total. Lóbulos basales muy pequeños, triangulares. Genas lisas, confluentes, de ancho uniforme. Borde angosto, convexo, enangostado hacia atrás y separado de las genas por un surco marginal profundo y angosto.

Observaciones: A pesar de que el estado de preservación del ejemplar no es óptimo, se asigna a *Pseudoperonopsis zuninoi* esencialmente en base al reconocimiento de las dimensiones relativas al lóbulo glabellar principal y del lóbulo anterior, y al diseño de los surcos axiales. Debe hacerse mención de que la pertenencia de esta especie al género *Pseudoperonopsis* es actualmente objeto de discusión (Sun, 1989).

Familia Diplagnostidae Whitehouse, 1936

Subfamilia Pseudagnostinae Whitehouse, 1936

Género *Neoagnostus* Kobayashi, 1955

Observaciones: En su trabajo de revisión del Orden Agnostida, Shergold *et al.* (1990) reconocen la división de este género en los subgéneros *N. (Neoagnostus)* Kobayashi, 1955 y *N. (Machairagnostus)* Harrington y Leanza, 1957, concepto que es seguido por los autores en esta contribución.

Subgénero *Neoagnostus (Machairagnostus)* Harrington y Leanza, 1957

Especie tipo: *Machairagnostus tmetus* Harrington y Leanza, 1957, por designación original.

Neoagnostus (Machairagnostus) tmetus

(Harrington y Leanza, 1957)

(Lám. I, Figs. 8-11)

1957 *Machairagnostus tmetus* Harrington y Leanza, 64, Figs. 6-7.

1963 *Machairagnostus tmetus* Harrington y Leanza; Castellano, 58, 1 Fig.

Material: 1 ejemplar completo (Lp 202-4); colección Aceñolaza 1966. 9 cefalones (PIL 13842-13843) y 6 pigidios (PIL 13844-13845), colección Tortello-Aceñolaza 1991, Quebrada Azul, Formación Lampazar.

Descripción: Cefalón poco convexo, tan largo como ancho. Glabella bien definida por surcos axiales profundos, aproximadamente 0,7 del largo total del cefalón. Lóbulo anterior pequeño, separado del lóbulo posterior de la glabella por un surco transglabellar débilmente marcado formado por 2 ramas laterales curvadas hacia atrás. Lóbulo posterior con una débil constricción lateral y provisto de un tubérculo central alargado. Lóbulos basales grandes, triangulares. Surco preglabellar mediano bien desarrollado. Genas de ancho uniforme, con surcos radiales ("Scrobicules"). Surco marginal profundo y borde convexo, bien definido.

Pigidio moderadamente convexo, subcuadrado, tan largo como ancho. Sector anterior del raquis pigidial trisegmentado, ocupando 0,40 del largo total del pigidio, con un tubérculo central alargado en la dirección sagital. Sector posterior con axis intranotular prominente. Pleuras pigidiales con delicados orificios. Surcos accesorios sigmoideos, dirigidos hacia atrás y afuera, delimitando la porción anterior del deuterolóbulo. Surco marginal profundo y borde bien desarrollado, convexo, enangostado hacia adelante. Con espinas posterolaterales.

Observaciones: Los ejemplares examinados responden en general a la descripción de Harrington y Leanza (1957). Sin embargo, en los mejores preservados puede observarse que las pleuras pigidiales presentan una ornamentación de delicados orificios, carácter que no fue contemplado en la descripción original probablemente debido a una deficiencia en la conservación del material. *N. (M) tmetus* presenta similitudes muy grandes con *Neoagnostus aquilo* Pribyl y Vanek, del Tremadociano de Taraya, Bolivia. No obstante, como señalaron Pribyl y Vanek (1980), este último taxón posee un tubérculo glabellar y lóbulos basales menos conspicuos, y 2 segmentos en el raquis pigidial. Asimismo, carece de surcos radiales sobre las genas y de surcos accesorios en el pigidio.

Por otra parte, *N. (M.) tmetus* es comparable con *Neoagnostus* sp. del Tremadociano de Gales (Owens *et al.*, 1982). La especie de Argentina se diferencia fundamentalmente por presentar el nódulo del raquis pigidial y el axis intranotular más prominentes.

Incertae familiae

Género *Leiagnostus* Jaekel, 1909

Especie tipo: *Leiagnostus erraticus* Jaekel, 1909, por designación original.

Leiagnostus turgidulus Harrington y Leanza, 1957
(Lám. I, Fig. 7)

1957 *Leiagnostus turgidulus* Harrington y Leanza, 76, Figs. 21:1(a-b).

Material: 2 ejemplares completos (Lp 204-26 y 204-32) y 1 cefalón (Lp 204-29), colección Aceñolaza 1966. 1 ejemplar completo (PIL 13848), colección Tortello-Aceñolaza 1991, Quebrada Azul, niveles inferiores de la Formación Lampazar.

Descripción: Cefalón liso de contorno subelíptico, 1,1 veces tan largo como ancho, suavemente convexo. La superficie del exoesqueleto carece de surcos, lóbulos y tubérculo mediano. No se observa borde definido.

Tórax con anillos axiales muy anchos (tr.), divididos en un lóbulo mediano y un par de lóbulos laterales. Pleuras cortas, surcadas y curvadas hacia adelante.

Pigidio de convexidad mayor a la del cefalón. Surcos axiales sólo apenas visibles en su tramo proximal, cerca del margen anterior. Surco marginal poco profundo. Borde bien desarrollado, ancho y plano, que se angosta anterolateralmente.

Observaciones: *L. turgidulus* es comparable a *L. sanduensis* Zhou del Tremadociano inferior de China, aunque este último presenta el contorno del cefalón más aguzado en su tercio anterior, el surco marginal del pigidio más ancho y profundo y el borde pigidial convexo.

Se diferencia de la especie tipo *L. erraticus* Jaekel del Ordovícico Inferior de Alemania fundamentalmente por poseer un cefalón más subcircular y vestigios de los tramos proximales de los surcos axiales pigidiales (Harrington y Leanza, 1957). *Leiagnostus turgidulus* presenta algunas similitudes con *Gymnagnostus bolivianus* (Hoek), especie que también se encuentra en la Formación Lampazar de la Sierra de Cajas. No obstante, el primero posee caracteres propios de *Leiagnostus*, como ser el contorno subelíptico del cefalón, la ausencia de borde cefálico y el borde pigidial bien desarrollado. Ahlberg (1988), en su trabajo de revisión de *Leiagnostus* Jaekel, 1909, destaca las afinidades morfológicas existentes entre este género y *Gymnagnostus* Robison y Pantoja-Alor, 1968. Señala además que, si bien gran parte de los caracteres diagnósticos de estos taxa podrían ser atribuidos a distintos grados de alisamiento ("effacement"), considera fundamentada la existencia de 2 géneros diferentes especialmente en virtud de las características presentadas por el margen del cefalón y la sección anterior del surco marginal del pigidio.

CONSIDERACIONES CRONOLÓGICAS

La base del Sistema Ordovícico en Argentina fue ubicada históricamente siguiendo los conceptos de Kobayashi (1937) y Harrington (1938), quienes definieron el piso Tremadociano con la aparición de las primeras faunas con olénidos y remopléuridos (*Jujuyaspis*, *Beltella*, *Parabolina*, *Parabolinella*, *Kainella*, etc.) del noroeste argentino. Estudios posteriores de Aceñolaza (1983) teniendo en cuenta nuevos conceptos bioestratigráficos (e.g. Suárez *et al.*, 1982) replantearon dichos criterios e identificaron el límite basal del Tremadociano con la aparición de *Jujuyaspis keideli* (ver también Aceñolaza y Aceñolaza, 1992). Esta situación hizo que al menos la mitad inferior de la Zona de *Parabolina* (*Neoparabolina*) argentina pase a pertenecer al Cámbrico Superior. Al efectuar el análisis de la posición estratigráfica de los agnóstidos que se describen para esta localidad, se comprueba que las especies *Gymnagnostus bolivianus*, *Leiagnostus turgidulus* y *Pseudoperonopsis zuninoi* se encuentran en niveles asignados al Cámbrico Superior, mientras *Micragnostus vilonii* y *Neagnostus* (*Machairagnostus*) *tme-*

tus poseen un rango estratigráfico mayor, llegando al Tremadociano basal.

CONSIDERACIONES PALEOECOLÓGICAS Y PALEOAMBIENTALES

La paleoecología de los trilobites agnóstidos ha sido discutida en diferentes trabajos y sobre ella se han vertido variados conceptos (Robison, 1972). Por ejemplo, se los ha considerado posibles organismos planctónicos (Lochman-Balk y Wilson, 1958), nectónicos (Stubblefield, 1959), ectoparásitos (Bergström, 1973), epifaunales adheridos a aglomeraciones algales (Pek, 1977) e incluso infaunales (Lochman, 1940). Robison (1972) ha realizado un exhaustivo estudio del tema, y evaluando evidencias de distinta naturaleza, postula un modo de vida pelágico para este grupo. Otro aporte relevante ha sido el de Müller y Walossek (1987), en el que se presenta un importante análisis de tipo anatómico y morfológico. En términos generales los agnóstidos son considerados organismos pelágicos vinculados a ambientes de plataforma externa, asociados fundamentalmente a regiones con libre acceso a condiciones de mar abierto. Los ejemplares descritos en el presente trabajo se encuentran asociados a olénidos, hecho que es perfectamente compatible con lo ya observado en igual asociación en otras partes del mundo, en depósitos de plataforma y de talud de altas latitudes. En el material estudiado existe una proporción relativamente alta de ejemplares completos, especialmente en los niveles basales de la columna, e incluso se ha preservado material que corresponde a diferentes estadios ontogenéticos. Esta situación, como asimismo las características de la litología en que se los encuentra, sugieren que sus restos se han acumulado bajo condiciones de aguas relativamente tranquilas, pobres en oxígeno, tales como las que se presentan en plataformas de tipo Clino o bajo condiciones de corrientes del tipo "upwelling".

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los Dres. F. G. Aceñolaza, I. Rábano, A. C. Riccardi y M. Hünicken, quienes colaboraron de diferente modo en la realización de este trabajo. Se hace extensivo el agradecimiento a los arquitectos R. Pérez y D. Ruiz Holgado por la confección de los gráficos. Debemos hacer presente que esta contribución se realizó contando con el apoyo del CONICET y de la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán. Asimismo es un aporte al proyecto 270 "Eventos del Paleozoico inferior en Latinoamérica" del Programa Internacional de Corrección Geológica, IUGS-UNESCO.

BIBLIOGRAFÍA

Aceñolaza, F. G. 1966. *Contribución al conocimiento geológico y paleontológico de la región del Espinazo del Diablo, Dpto.*

- Humahuaca, Jujuy*. Tesis Doctoral Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina (inédito).
- Aceñolaza, F. G. 1968. Geología estratigráfica de la región de la Sierra de Cajas, Dpto. Humahuaca (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **23**, 207-222.
- Aceñolaza, F. G. 1983. The Tremadocian beds and the Cambrian-Ordovician boundary problems in Latin America. *Papers for the Cambrian-Ordovician boundaries, Nanjing, China, Academia Sinica*, 88-93.
- Aceñolaza, F. G. and Aceñolaza, G. F. 1992. The genus *Jujuyaspis* as a world reference fossil for the Cambrian-Ordovician boundary. In: *Global Perspectives on Ordovician Geology* (Webby, B. D. & Laurie, J. R., eds.), Balkema, Rotterdam, 115-120.
- Ahlberg, P. 1988. A revision of the Ordovician agnostid trilobite *Leiagnostus* Jaekel 1909. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar*, **110**, 363-370.
- Ahlberg, P. 1989. The type species of the Ordovician agnostid trilobite *Geragnostus* Howell, 1935. *Paläontologische Zeitschrift*, **63**, 309-317.
- Alonso, R. N., Malanca, S. y Sureda, R. J. 1982. Consideraciones sobre el Ordovícico de la Sierra de Aguilar, Jujuy, Argentina. *Revista del Instituto de Ciencias Geológicas, Universidad Nacional de Jujuy, Argentina*, **5**, 15-37.
- Benedetto, J. L. 1977. Una nueva fauna de trilobites tremadocianos de la Provincia de Jujuy (Sierra de Cajas), Argentina. *Ameghiniana (Revista de la Asociación Paleontológica Argentina)*, **14**, 186-214.
- Bergström, J. 1973. Palaeoecologic aspects of an Ordovician Tremadoc fauna. *Acta Geologica Polonica*, **23**, 179-206.
- Castellaro, H. A. 1963. Faunas ordovícicas. In: *Guía Paleontológica Argentina*. Publicación del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina, 41-145.
- Cortés, J. M., Franchi, M. R. y Busteros, A. G. 1987. Estratigrafía del Paleozoico inferior en los Altos del Despensa, Sierra de Aguilar, Argentina. *Actas Décimo Congreso Geológico Argentino*, **3**, 69-72, Tucumán.
- Fortey, R. A. 1980. The Ordovician trilobites of Spitsbergen. III. Remaining trilobites of the Valhallfonna Formation. *Norsk Polarinstittut Skrifter*, **171**, 1-163.
- Fortey, R. A. and Owens, R. M. 1991. A trilobite fauna from the highest Shineton Shales in Shropshire, and the correlation of the latest Tremadoc. *Geological Magazine*, **128**, 437-464.
- Harrington, H. J. 1938. Sobre las faunas del Ordoviciano inferior del norte argentino. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie), Sección Paleontología*, **4**, 209-289.
- Harrington, H. J. and Kay, M. 1951. Cambrian and Ordovician faunas of Eastern Colombia. *Journal of Paleontology*, **25**, 655-668, pls. 96-97.
- Harrington, H. J. and Leanza, A. F. 1943. La fauna del Tremadociano inferior de Salitre, Bolivia. *Revista del Museo de La Plata (nueva serie), Sección Paleontología*, **2**, 343-356.
- Harrington, H. J. and Leanza, A. F. 1957. Ordovician trilobites of Argentina. *University of Kansas, Department of Geology, Special Publication*, **1**, 1-276.
- Howell, B. F. 1935. Cambrian and Ordovician trilobites from Herault, southern France. *Journal of Paleontology*, **9**, 222-238, pls. 22-23.
- Hunt, A. S. 1967. Growth, variation, and instar development of an agnostid trilobite. *Journal of Paleontology*, **41**, 203-208, pl. 22.
- Kobayashi, T. 1937. The Cambro-Ordovician shelly faunas of South America. *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section 2*, **4**, 369-522.
- Lochman, C. 1940. Fauna of the basal Bonnetterre Dolomite (Upper Cambrian) of southeastern Missouri. *Journal of Paleontology*, **14**, 1-53, pls. 1-5.
- Lochman-Balk, C. and Wilson, J. 1958. Cambrian biostratigraphy in North America. *Journal of Paleontology*, **32**, 312-350.
- Martín, J. L. Malanca, S. y Sureda, R. J. 1986. Nuevos hallazgos paleontológicos en el Ordovícico de la Sierra de Aguilar, Jujuy, Argentina. Implicancias estratigráficas y consideraciones geológicas. *Actas Octavo Congreso Geológico de Bolivia*, **1**, 72-80, La Paz, Bolivia.
- Méndez, V. 1973. Geología de la comarca de Mina "Aguilar" y alrededores, Departamento Humahuaca (Provincia de Jujuy). *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, **28**, 319-330.
- Müller, K. J. and Walossek, D. 1987. Morphology, ontogeny, and life habit of *Agnostus pisiformis* from the Upper Cambrian of Sweden. *Fossils and Strata*, **19**, 1-124.
- Owens, R. M., Fortey, R. A., Cope, J. C. W., Rushton, A. W. A. and Bassett, M. G. 1982. Tremadoc faunas from the Carmarthen district, South Wales. *Geological Magazine*, **119**, 1-38.
- Palmer, A. R. 1968. Cambrian Trilobites of East-Central Alaska. *United States Geological Survey Professional Paper*, **559B**, 1-155.
- Pek, I. 1977. Agnostid trilobites of the central Bohemian Ordovician. *Sbornik Geologických Ved, Paleontologie*, **19**, 7-44.
- Pokrovskaja, N. V. 1958. Agnostidy Srednego Kembriya Yakutii, Chast I. *Trudy Geologicheskogo Instituta*, **16**, 1-96.
- Pribyl, A. and Vanek, J. 1980. Ordovician trilobites of Bolivia. *Rozprawy Československé Akademie Ved, Rada Matematických a přírodních Ved*, **90**, 1-90.
- Robison, R. A. 1972. Mode of life of agnostid trilobites. *24th International Geological Congress, Montreal, Section 7*, 33-40.
- Robison, R. A. and Pantoja-Alor, J. 1968. Tremadocian trilobites from the Nochixtlán Region, Oaxaca, Mexico. *Journal of Paleontology*, **42**, 767-800.
- Shergold, J. H., Laurie, J. R. and Sun X. 1990. Classification and review of the trilobite Order Agnostida Salter, 1864: an Australian perspective. *Report of the Bureau of Mineral Resources, Geology and Geophysics, Australia*, **296**, 1-93.
- Steinmann, G. und Hoek, H. 1912. Das Silur und Cambrium des Hochlandes von Bolivia und ihre Fauna. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie*, **34**, 176-252.
- Stubblefield, C. J. 1959. Evolution in Trilobites. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, **115**, 145-162.
- Suárez, M., Sarmiento, G. y Hunicken, M. 1982. La zona de *Cordylodus angulatus* (Conodonto, Tremadociano inferior) en la Sierra de Cajas, Provincia de Jujuy, Argentina. *Actas Quinto Congreso Latinoamericano de Geología*, **1**, 775-778, Buenos Aires.
- Sun, X. 1989. Cambrian agnostids from the North China Platform. *Palaeontologia Cathayana*, **4**, 53-129.
- Zhou, Z. 1987. Notes on Chinese Ordovician agnostids. *Acta Palaeontologica Sinica*, **26**, 639-661.

Manuscrito recibido: 29 de junio, 1992

Manuscrito aceptado: 15 de febrero, 1993