

EL GÉNERO *Hamatolenus* HUPÉ, 1953 (CÁMBRICO INFERIOR-MEDIO) EN MURERO Y ÁREAS ADYACENTES DE LAS CADENAS IBÉRICAS (NE DE ESPAÑA)

María Eugenia DIES ÁLVAREZ^{1,2} & Rodolfo GOZALO³

¹ Área de Paleontología y Museo Paleontológico. Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, E-50.009 Zaragoza. España. medies@unizar.es

² Department of Geology. Lund University. Sölvegatan 12. SE 22362 Lund. Sweden.

³ Departamento de Geología, Universitat de València, C/ Dr. Moliner 50, E-46100 Burjassot. España. Rodolfo.Gozalo@uv.es

Dies Álvarez, M. E. & Gozalo, R. 2006. El género *Hamatolenus* Hupé, 1953 (Cámbrico Inferior-Medio) en Murero y áreas adyacentes de las Cadenas Ibéricas (NE de España). [The genus *Hamatolenus* Hupé, 1953 (Lower-Middle Cambrian) from Murero and surrounding areas in the Iberian Chains (NE Spain).] *Revista Española de Paleontología*, **21** (1), 61-78. ISSN 0213-6937.

ABSTRACT

Three subgenera of *Hamatolenus* Hupé, 1953 have been defined up to now: *H. (Hamatolenus)* Hupé, 1953, *H. (Myopsolenus)* Hupé, 1953 and *H. (Lotzeia)* Sdzuy, 1958. In Spain, only the two first genera had been recognized with the species *H. (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958 and *H. (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958. We present here the first specimen of *H. (Myopsolenus)* found in the Iberian Peninsula.

The stratigraphic distribution of the genus *Hamatolenus* may be a useful tool for correlation of materials of Lower-Middle Cambrian age in the siliciclastic facies of Perigondwana region. Furthermore, from a palaeobiogeographic point of view, the finding of the genus shows faunistic similarities between the Mediterranean and Avalonian subprovinces, for this interval.

Key words: *Hamatolenus*, *Myopsolenus*, *Lotzeia*, Lower Cambrian, Middle Cambrian, palaeobiogeography, Spain

RESUMEN

Hasta la fecha, se han definido tres subgéneros de *Hamatolenus* Hupé, 1953: *H. (Hamatolenus)* Hupé, 1953, *H. (Myopsolenus)* Hupé, 1953 y *H. (Lotzeia)* Sdzuy, 1958. En España se conocían sólo representantes de los dos primeros con las especies *H. (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958 y *H. (L.) lotzei* Sdzuy, 1958. Se presenta aquí el primer ejemplar de *Hamatolenus (Myopsolenus)* encontrado en la Península Ibérica.

El análisis de la distribución estratigráfica del género *Hamatolenus* muestra su potencial para la correlación de las materiales situados entorno al límite Cámbrico Inferior y Medio, para las facies siliciclásticas en el ámbito perigondwánico. Además, desde un punto de vista paleobiogeográfico, los hallazgos del género muestran, de nuevo, la similitud faunística existente para este intervalo temporal entre las subprovincias Mediterránea y Avalónica.

Palabras clave: *Hamatolenus*, *Myopsolenus*, *Lotzeia*, Cámbrico Inferior, Cámbrico Medio, paleobiogeografía, España

INTRODUCCIÓN

El género *Hamatolenus* fue definido en el Cámbrico de Marruecos por Hupé (1953). Sdzuy (1958) describió y figuró dos nuevas especies y un nuevo subgénero pertene-

cientes a este género en la localidad de Murero (Cadenas Ibéricas): *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* y *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei*.

En el presente trabajo se ha revisado la distribución estratigráfica de este género en las Cadenas Ibéricas, úni-

ca región española en que ha aparecido hasta la fecha, y se ha comparado con su distribución en las otras regiones donde se ha encontrado este género. Además, gracias a la gran cantidad de ejemplares recogidos de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus*, se ha realizado un análisis morfométrico de esta especie siguiendo la metodología de Hughes & Jell (1992), Labandeira & Hughes (1994) y Chirivella *et al.* (2003).

El material estudiado pertenece a las secciones Rambla de Valdemiedes 1 (RV1) y Rambla de Valdemiedes 2 (RV2) de Murero, la sección Villafeliche 1 (Vi 1) y la sección Jarque 1 en la Cadena Ibérica Occidental, dentro de la provincia de Zaragoza (Fig. 1).

Todas las secciones (Fig. 1) han sido previamente estudiadas tanto desde el punto de vista estratigráfico como bioestratigráfico (Liñán & Gozalo, 1986; Gozalo *et al.*, 1993, 1996; Gozalo & Liñán, 1995; Liñán *et al.*, 1996; Dies Álvarez, 2004). Los niveles en los que se registran los ejemplares estudiados pertenecen a los materiales siliciclásticos de las partes media y alta de la Formación Valdemiedes en el sentido de Liñán *et al.* (1992), que se consideran como la transición Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio, de edad Bilbiliense superior terminal, zona de *Protolenus jilocanus*, y Leonense inferior, zona de *Acadoparadoxides mureroensis*, de acuerdo con Liñán *et al.* (1993), Dies Álvarez (2004) y Dies *et al.* (2004).

SISTEMÁTICA

Género *Hamatolenus* Hupé, 1953

Especie tipo: *Hamatolenus continuus* Hupé, 1953
[=*Protolenus elegans* var. *marocana* Neltner, 1938]

La especie tipo asignada por Hupé (1953) para este género fue *Hamatolenus continuus* Hupé, 1953 del Cámbrico Inferior de Marruecos (Fig. 7.a); posteriormente, Geyer (1990b) considera esta especie como un sinónimo subjetivo más reciente de *Protolenus elegans* var. *marocana* Neltner, 1938.

Comentarios: Sdzuy (1958) completa la descripción del género realizada por Hupé (1953) y define el subgénero *Hamatolenus* (*Lotzeia*), así como dos nuevas especies, una de cada subgénero: *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* y *Hamatolenus* (*Lotzeia*) *lotzei*. Posteriormente, en 1961, completa la descripción y figuración de las dos especies anteriores.

En la revisión de estos géneros en el *Treatise* (Henningsmoen, 1959: O 211) la descripción de los géneros *Myopsolenus* Hupé, 1953 y *Hamatolenus* Hupé, 1953, parece estar permutada ya que consta como característica de este último la presencia de lóbulos palpebrales cortos que no alcanzan el surco posterior y la presencia de una banda parafrental bien desarrollada. En el trabajo ya ci-

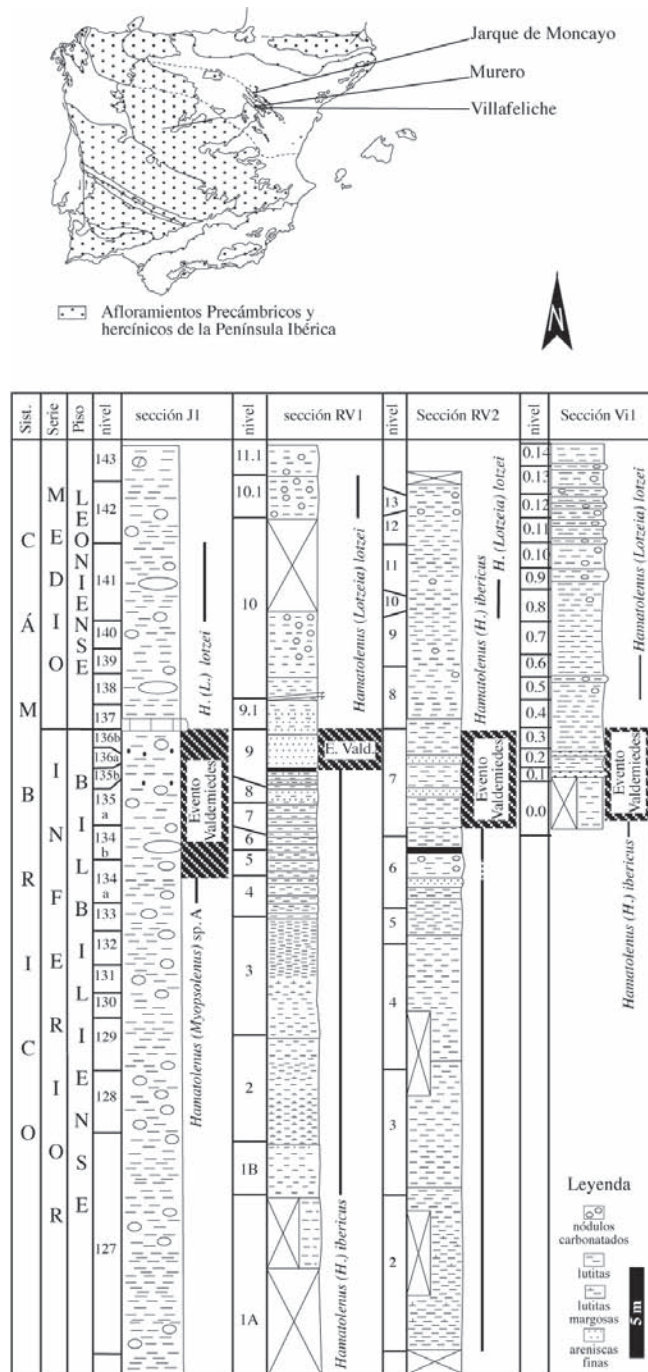


Figura 1. Situación geológica de los yacimientos y secciones estratigráficas estudiadas con indicación del registro de *Hamatolenus*
Geologic setting of the outcrops and studied stratigraphical sections showing the distribution of Hamatolenus.

tado de Sdzuy (1961), considera *Myopsolenus* como un subgénero de *Hamatolenus*, estatus que ha sido aceptado por todos los investigadores posteriores, de manera que el género *Hamatolenus* está compuesto por tres subgéneros: *Hamatolenus*, *Myopsolenus* y *Lotzeia*.

Geyer (1990b) revisa el material marroquí e incluye dentro del género los mismos subgéneros admitidos hasta ese momento; además, considera el género *Collyrolenus* Hupé, 1953 como sinónimo del subgénero *Hamatolenus* (*Myopsolenus*). En este mismo trabajo, propone una diagnosis enmendada del género y subgénero *H.* (*Hamatolenus*), y de las especies marroquíes, y define *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *meridionalis*.

No hay duda de que *Hamatolenus* y *Protolenus* son géneros próximos y prueba de ello es la similitud entre las características diagnósticas que dan los diversos autores y que son matizadas una y otra vez con la descripción de nuevas especies. Por ejemplo, Geyer (1990b) propone en sus diagnosis enmendadas la presencia de un borde anterior plano o ligeramente convexo como una de las características diagnósticas del género *Hamatolenus*, y la existencia de banda parafrontal rodeando el lóbulo frontal como una de las características de *Protolenus*. Estos caracteres suelen mantenerse pero se han encontrado excepciones; por ejemplo, *Protolenus dimarginatus* Geyer, 1990, presenta un borde anterior plano (e incluso cóncavo); *Protolenus jilocanus* (Liñán & Gozalo, 1986) y *Protolenus pisidianus* Dean in Dean & Özgül, 1994 no presentan banda parafrontal, y, sin embargo, *Hamatolenus* (*Lotzeia*) *lotzei* Sdzuy, 1958 sí que la muestra.

En el presente trabajo se ha tomado como principal característica diferenciadora del género *Hamatolenus* su clásico lóbulo frontal apuntado y el hecho de que la arista ocular

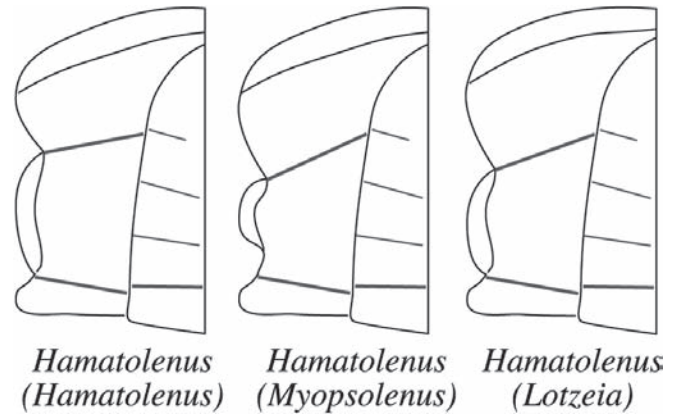


Figura 2. Morfología de la sutura de los subgéneros pertenecientes al género *Hamatolenus*.
Suture morphology sketch of the *Hamatolenus* subgenera

y el lóbulo palpebral no están tan netamente separados por una constricción o estrechamiento como en el caso de *Protolenus*. Recientemente, Dean (2005) define una nueva especie, *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *altifrons*, pero de acuerdo con lo que se acaba de comentar este especie pertenecería, en nuestra opinión, al género *Protolenus*. Esta especie muestra características morfológicas similares a *Protolenus jilocanus* (Liñán & Gozalo, 1986) si bien la especie espa-

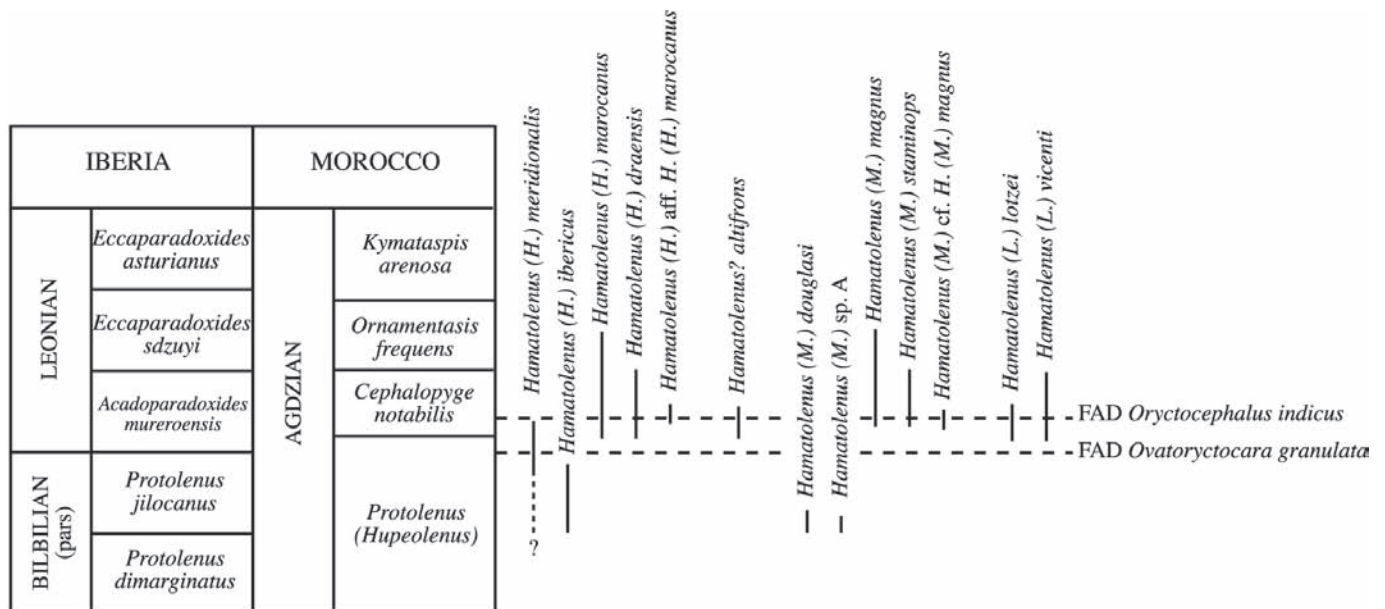


Figura 3. Distribución estratigráfica de los taxones asignados al género *Hamatolenus*, con indicación de la posición más probable de los niveles de primera aparición de *Ovatortocara granulata* y *Orictocephalus indicus*, propuestos por la subcomisión estratigráfica del Cámbrico como posibles marcadores de límite de series.
Stratigraphic distribution of the *Hamatolenus* species, with indication of the FADs of *Ovatortocara granulata* and *Orictocephalus indicus* which had been proposed by the Cambrian Stratigraphical Subcommission as candidates to mark one of the Cambrian boundary series.

ñola carece de espina occipital y presenta un borde anterior bastante más estrecho que el área preglabellar.

En este trabajo se aceptan los tres subgéneros definidos en el género tomándose como diferencia principal entre ellos el desarrollo de la sutura facial (Fig. 2). Así pues, *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) presenta una sutura facial en la que su rama anterior siempre es más corta que la rama palpebral que, además, llega al surco posterior del cráneo, dejando muy reducida la rama posterior de la sutura. *Hamatolenus* (*Lotzeia*), sin embargo, presenta una rama anterior más larga que la rama palpebral, y la rama posterior muy corta. La rama palpebral también llega, o está muy próxima, al surco posterior, por lo que la arista ocular está mucho más inclinada hacia la parte posterior en este subgénero (Sdzuy, 1958, 1961). Por último, *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) presenta una rama posterior más larga, provocando que la rama palpebral de la sutura se encuentre más adelantada que en los otros subgéneros no llegando nunca al surco posterior (Fig. 2).

Especies asignadas: se incluyen dentro del género *Hamatolenus* las siguientes especies: *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *maroccanus* (Neltner, 1938), *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *draensis* Hupé, 1953, *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *meridionalis* Geyer, 1990, *Hamatolenus* (*Lotzeia*) *lotzei* Sdzuy, 1958, *Hamatolenus* (*Lotzeia*) *vincenti* Geyer & Landing, 2004, *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) *magnus* Hupé, 1953, *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) *staminops* (Hupé, 1953) y *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) *douglasi* Basset, Owens & Rushton, 1976. Además, se han figurado *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) aff. *H. (H.) maroccanus* y *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) aff. *H. (M.) magnus* en Massachusetts (Fletcher *et al.*, 2005) y *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) sp. A (en este trabajo).

Distribución estratigráfica: el género *Hamatolenus* (Fig. 3), por el momento, se ha registrado en el piso Agdzian de Marruecos (ver Geyer & Landing, 2004), en niveles considerados como la base del Cámbrico Medio (Geyer, 1990a, 1990b; Geyer & Landing, 2004), que van desde la zona de *Protolenus* (*Hupeolenus*) hasta la base de la zona de *Ornamentaspis*. En España el género se ha registrado en niveles similares del techo del piso Bilbiliense (zona de *Protolenus jillocanus*, Cámbrico Inferior terminal) y de la base del Leoniense (zona de *Acadoparadoxides mureroensis*, Cámbrico Medio basal) en niveles de edad equivalente a los de Marruecos (Sdzuy, 1961; Liñán & Gozalo, 1986; Liñán *et al.*, 1993; Dies *et al.*, 2004). En Gales se ha encontrado en la zona de Protolenidos-Strenuellidos (Basset *et al.*, 1976; Rushton & Prigmore, 1999). Por último en

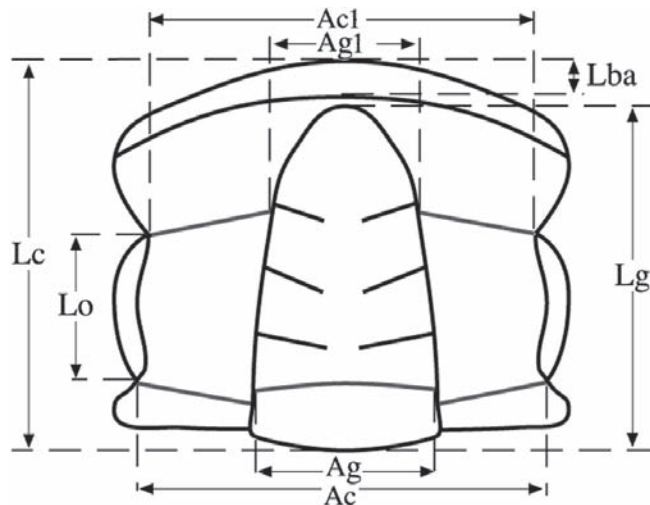
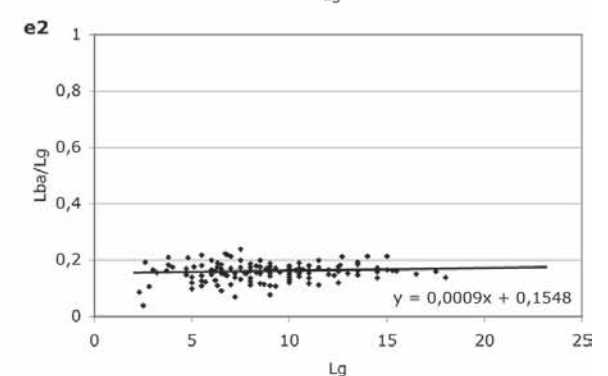
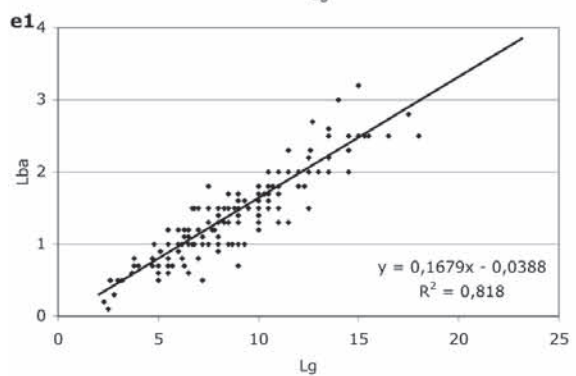
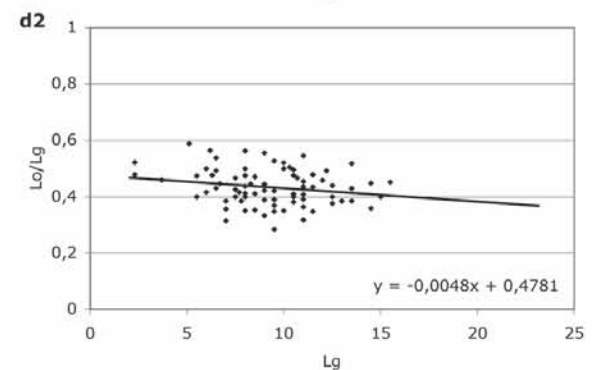
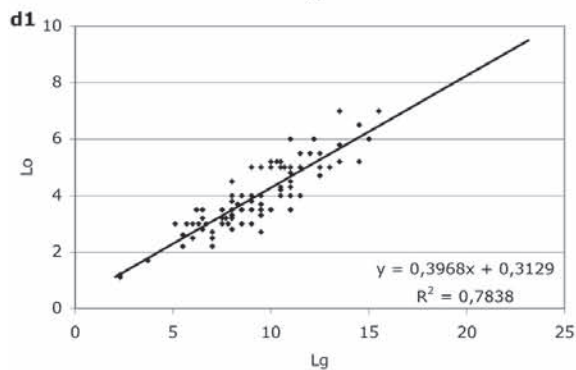
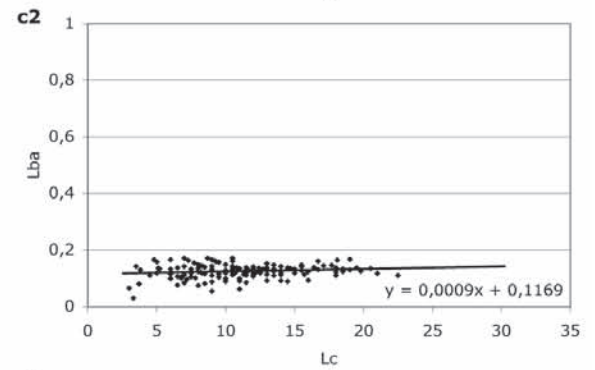
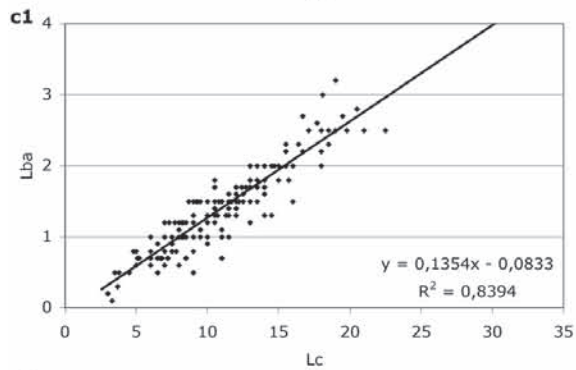
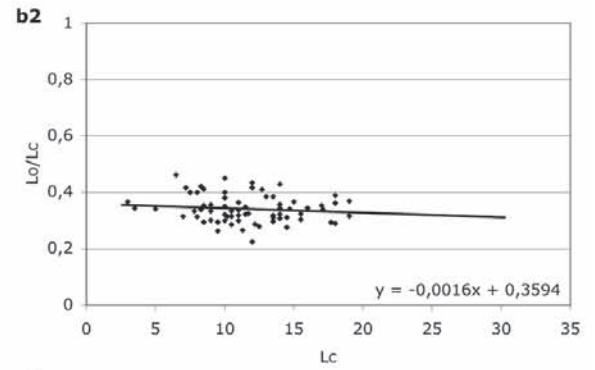
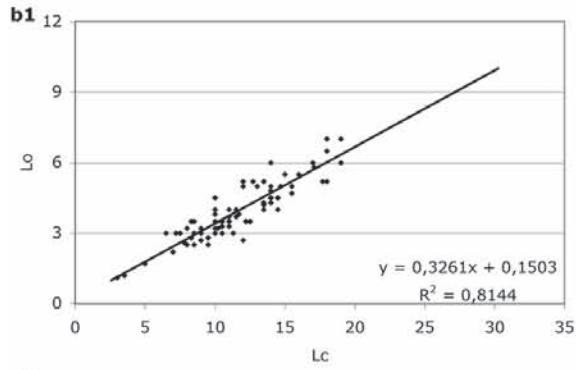
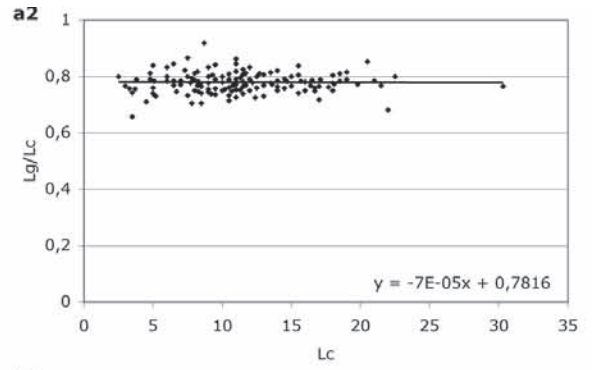
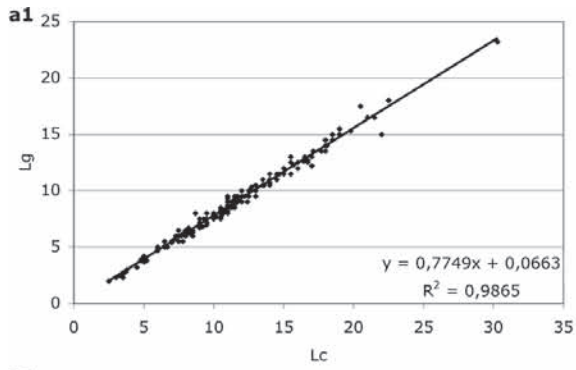


Figura 4. Esquema del cráneo de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, con indicación de las dimensiones medidas y abreviaturas usadas. Lc, longitud del cráneo; Lg, longitud de la glabella; Lba, longitud del borde anterior del cráneo; Lo, longitud del lóbulo palpebral; Ac, anchura posterior del cráneo; Ac1, anchura palpebral del cráneo; Ag, anchura posterior de la glabella; Ag1, anchura palpebral de la glabella.

Cranidial sketch of Hamatolenus (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, showing the measured dimensions and used abbreviations. Lc, cranidial length; Lg, glabellar length; Lba, cranidium anterior border length; Lo, palpebral lobe length; Ac, posterior cranidial width; Ac1, palpebral cranidial width; Ag, glabellar width; Ag1, palpebral glabellar width.

Norteamérica, tanto en Terranova oriental (Fletcher, 2003) como Massachusetts (Fletcher *et al.*, 2005), los niveles en los que se han registrado pertenecen a la zona de *Cephalopyge* (Cámbrico Medio), y se encuentran asociados con los primeros Paradoxididae. En la figura 3, se representa la distribución estratigráfica de todas las taxones del género *Hamatolenus*, en referencia a las escalas biocronológicas establecidas para la Subprovincia Mediterránea en España y Marruecos; también se registra en la zona de *Acadoparadoxides mureroensis* la especie turca *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *altifrons* (ver Dean, 2005) aunque ya se ha comentado las dudas en cuanto a su asignación genérica. Como se puede observar en la figura, el rango de distribución del género es bastante corto, y se sitúa justo en los niveles que actualmente se están proponiendo dentro de

Figura 5. a1, b1, c1, d1 y e1, diagramas de comparación entre dos longitudes del cráneo de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, con indicación de las ecuaciones de las rectas de crecimiento y sus coeficientes de determinación (R^2). a2, b2, c2, d2 y e2, diagramas de comparación entre un índice con una longitud. a1, b1, c1, d1 and e1, bivariate plots of relationships between two cranidium lengths of *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, showing the growth lines, their equations, and the determination coefficient (R^2). a2, b2, c2, d2 and e2, bivariate plots of relationships between one length and one ratio.



la Subcomisión de Estratigrafía del Cámbrico, para situar uno de los límites de serie del Cámbrico, que son el nivel de primera aparición de *Oryctocephalus indicus*, o bien, el nivel de primera aparición de *Ovatoryctocara granulata* (ver Fig. 3). Dado que ninguno de estos dos taxones se ha encontrado ni en Marruecos ni en España, pero si el primero de ellos en Terranova (Fletcher, 2003), el género *Hamatolenus* puede suponer una interesante herramienta de correlación, al menos en el ámbito perigondwánico.

Todo el material estudiado se encuentra depositado en el Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza bajo las siglas MPZ 868 a 890, 892, 894 a 900, 99/184 a 99/508, 99/535, 2004/64 a 2004/71, 2004/73 a 2004/75, 2004/142 a 2004/146, 2004/150, 2004/152, 2004/453 a 2004/457 y 2004/459 a 2004/460 y 2004/462 a 2004/479.

Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus Sdzuy, 1958

Figs. 7.b-7.1, 8.a-8.i

- 1961 *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958.- Sdzuy, 278-028, lám. 10 figs. 12-13, lám. 11 figs. 1-4, fig.-text 11 (con sinónimos anteriores).
- v 1986 *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958.- Liñán & Gozalo, 45-46, lám. 5 fig. 15, lám. 6 figs. 1-10, lám. 7 figs. 1-14, lám. 8 figs. 1-3.
- v. pars 1986 *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958.- Liñán & Gozalo, lám. 8 fig. 9.
- v 2004 *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958.- Dies Álvarez, 53-58, láms. 12-15.

Material: 320 cráneos, 12 cráneos unidos a sus tórax incompletos, 18 librígenas, 10 ejemplares adultos completos, 13 tórax, y 6 ejemplares juveniles completos preservados como moldes internos y externos en lutitas verdes y areniscas amarillas de grano fino. Todos ellos presentan deformación tectónica.

Dimensiones deformadas y estudio morfométrico: Las proporciones mostradas por los ejemplares son: $Lg/Lc \approx 4/5$ y $Ag/Ac \approx 2/5$. En la figura 4 se muestra el esquema de las medidas tomadas en *Hamatolenus (H.) ibericus*.

En el apéndice se da el listado de las medidas de todos los ejemplares estudiados, todas ellos son de ejemplares adultos, y las medidas han sido tratadas utilizando el análisis bivariente y, del mismo modo, se ha centrado el estudio en las dimensiones medidas en la misma dirección dado que el material presenta una deformación heterogénea importante, lo que distorsiona consi-

derablemente las relaciones entre las dimensiones medidas en distintas direcciones, tal y como han señalado para los casos de deformación heterogénea Hughes & Jell (1992).

En la figura 5 se representan pares de gráficos: en los de la izquierda se comparan dos longitudes del cráneo y en los de la derecha el índice obtenido entre la relación de ese par de longitudes con una de ellas. Cabe resaltar que, al comparar la longitud del cráneo (Lc) con la de la glabella (Lg), los coeficientes tanto de Pearson (R) como de correlación (R^2) son muy altos ($R^2 = 0,9865$; $R = 0,9932$), mientras que para el resto de los pares de longitudes comparados los coeficientes ya no son tan elevados (R^2 entre 0,8394 y 0,7838; R entre 0,9161 y 0,8853). Esta diferencia indica que el control del crecimiento es muy estricto para Lc y Lg , mientras que para los otros pares comparados el control sería menor, permitiendo una mayor variabilidad morfológica. Por otro lado, las pendientes obtenidas para las rectas al comparar un índice con una dimensión generalmente son cercanas a 0, indicando un crecimiento isométrico. Solamente en aquellos casos que se incluye la longitud del lóbulo palpebral (Lo) presentan una ligera pendiente negativa, que indicaría que esta longitud crece proporcionalmente a un ritmo más lento que Lc o Lg .

En cuanto a la comparación de direcciones transversales al eje axial, en la figura 6 se observa que todos los diagramas presentan una correlación muy elevada (R^2 entre 0,9717 y 0,9282; R entre 0,9857 y 0,9634), lo que indica que la variación de las anchuras comparadas está fuertemente controlada por el crecimiento en los adultos. En cuanto a los diagramas en que se representan índices frente a longitudes, las pendientes de las rectas de regresión en tres de ellos es próxima a 0, indicando un crecimiento isométrico. Cabe comentar que en el caso de $Ac1/Ac$, pese a su alto índice de correlación (0,9717) debido a la gran similitud existente entre ambas anchuras, no se mantiene constante la relación de mayor o menor, intercambiándose en los distintos ejemplares (es decir, no siempre $Ac1/Ac < 1$). Esto podría indicar una importante variación en los puntos de inicio y final del lóbulo palpebral. Por otro lado, al comparar el índice de las dos anchuras medidas de la glabella ($Ag1$ y Ag) con Ag , se obtiene una pendiente ligeramente negativa, lo que indicaría que en este caso que la glabella se va haciendo más cónica con el crecimiento.

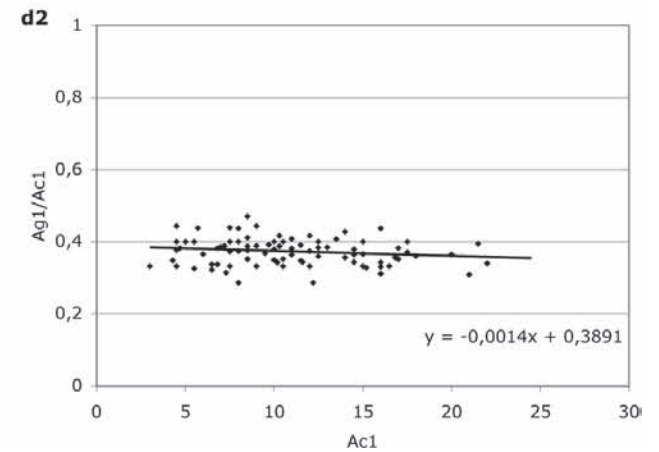
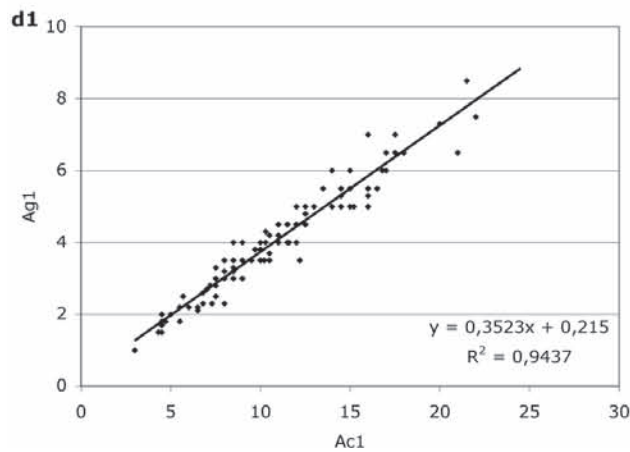
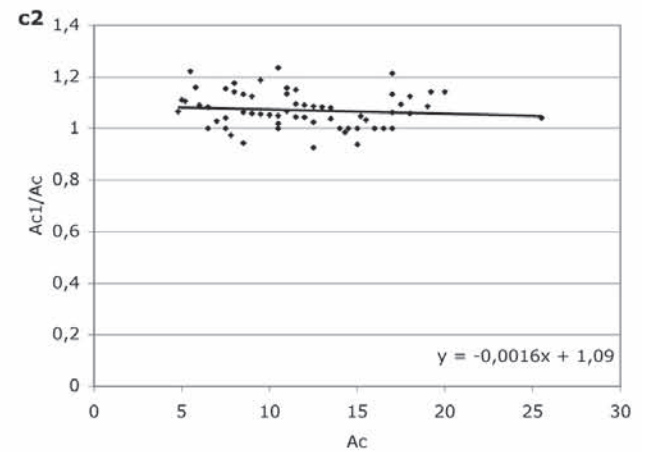
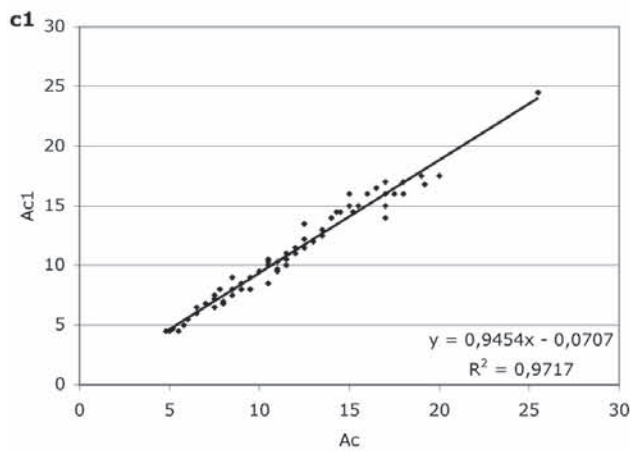
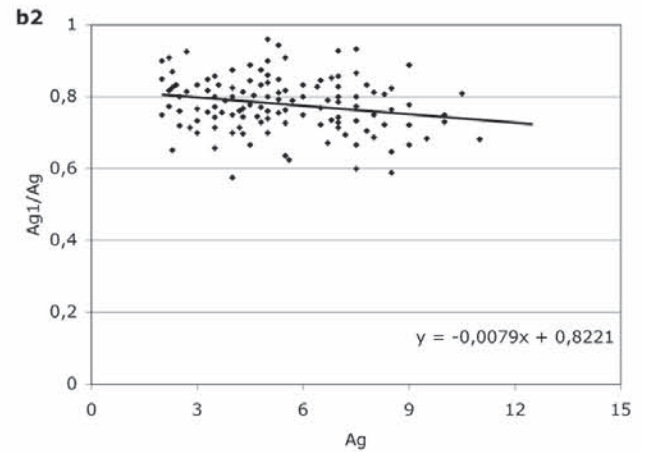
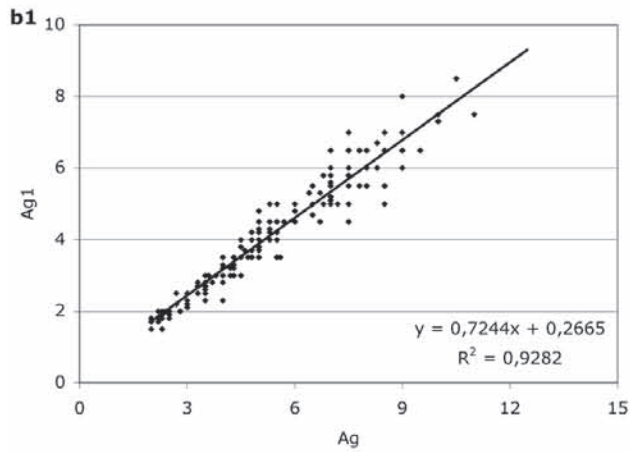
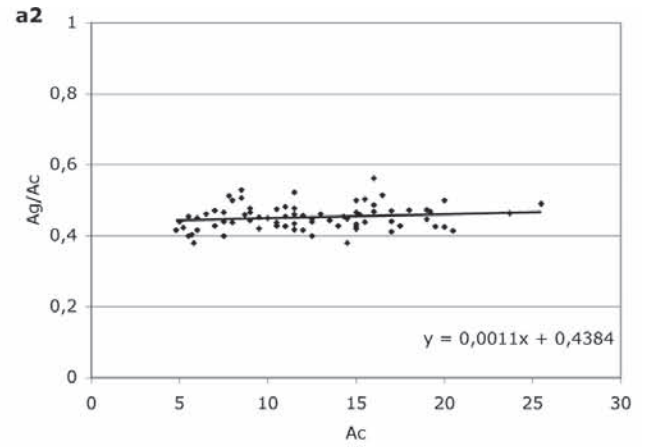
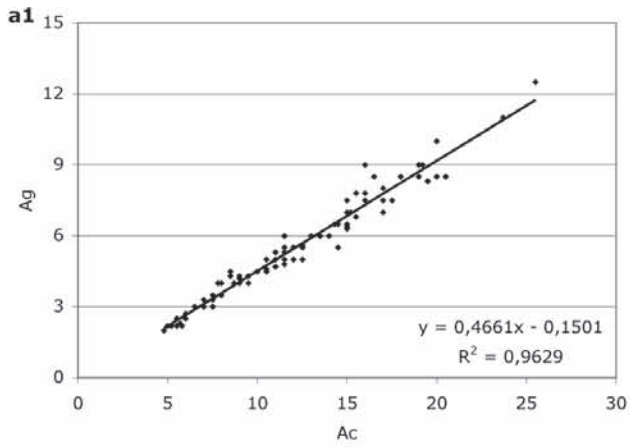
Descripción: Para una descripción completa ver Sdzuy (1958, 1961).

Observaciones: Se han encontrado ejemplares completos que muestran cómo la librígena es muy larga, llegando la espina genal hasta el pigidio en los adultos y sobrepasándolo en los ejemplares más jóvenes.

El estudio morfométrico deja patente la continuidad entre las dos formas extremas de cráneo señaladas ya

Figura 6. **a1, b1, c1 y d1**, diagramas de comparación entre dos anchuras del cráneo de *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958, con indicación de las ecuaciones de las rectas de crecimiento y sus coeficientes de determinación (R^2). **a2, b2, c2 y d2**, diagramas de comparación entre un índice con una longitud.

a1, b1, c1 and d1, bivariate plots of relationships between two cranium widths of *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958, showing the growth lines, their equations, and the determination coefficient (R^2). **a2, b2, c2 and d2**, bivariate plots of relationships between one width and one ratio.



por Liñán & Gozalo (1986), con existencia de todas las morfologías intermedias, por lo que toda la variabilidad es considerada intraespecífica.

Dentro de esta variabilidad hay algunas pautas que merece la pena destacar. Las formas con el borde anterior más estrecho presentan una pequeña depresión en la zona axial del mismo, ausente en las formas de borde más ancho. Además, parece evidente que, salvo algunas excepciones, las formas con el borde anterior más ancho suelen alcanzar, mayor tamaño que las formas de borde anterior más estrecho. La arista ocular es también menos patente en las formas de borde ancho.

Con respecto a otras especies del género, Sdzuy (1958 y 1961) señala la gran semejanza existente entre *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* y la especie tipo, si bien destaca en la especie española su menor relieve, el decrecimiento homogéneo de su glabella desde el anillo occipital hacia delante, la presencia de surcos laterales fuertemente dirigidos hacia detrás en la glabella, la presencia de un tubérculo occipital en lugar de espina, la arista ocular sin divisiones y la ausencia de banda parafrontal. No obstante, de manera general y a modo de resumen, la principal diferencia de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* con el resto de las especies del subgénero es la ausencia de banda parafrontal, y que la anchura de sus aristas oculares es aproximadamente igual a la de los lóbulos palpebrales.

Distribución estratigráfica: Niveles 2 al 9 del corte RV1 y Niveles 3 al 7 del corte RV2. Nivel 0.0 de la sección Villafeliche 1. Todos de la Zona de *Protolenus jilocanus* (Bilbiliense Superior), según Dies *et al.* (2004).

Subgénero *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) Hupé, 1953

Especie tipo: *Myopsolenus magnus* Hupé, 1953; por designación original

Hamatolenus (*Myopsolenus*) sp. A Fig. 8.j

- v 1996 *Hamatolenus* sp.- Liñán, Sdzuy, Álvaro, Gámez Vintaned & Gozalo, fig. 30.
- v 2004 *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) sp. A.- Dies Álvarez, 58-59, lám. 16 fig. 1.

Material: 1 ejemplar incompleto conservado como molde interno y externo en lutitas verdes.

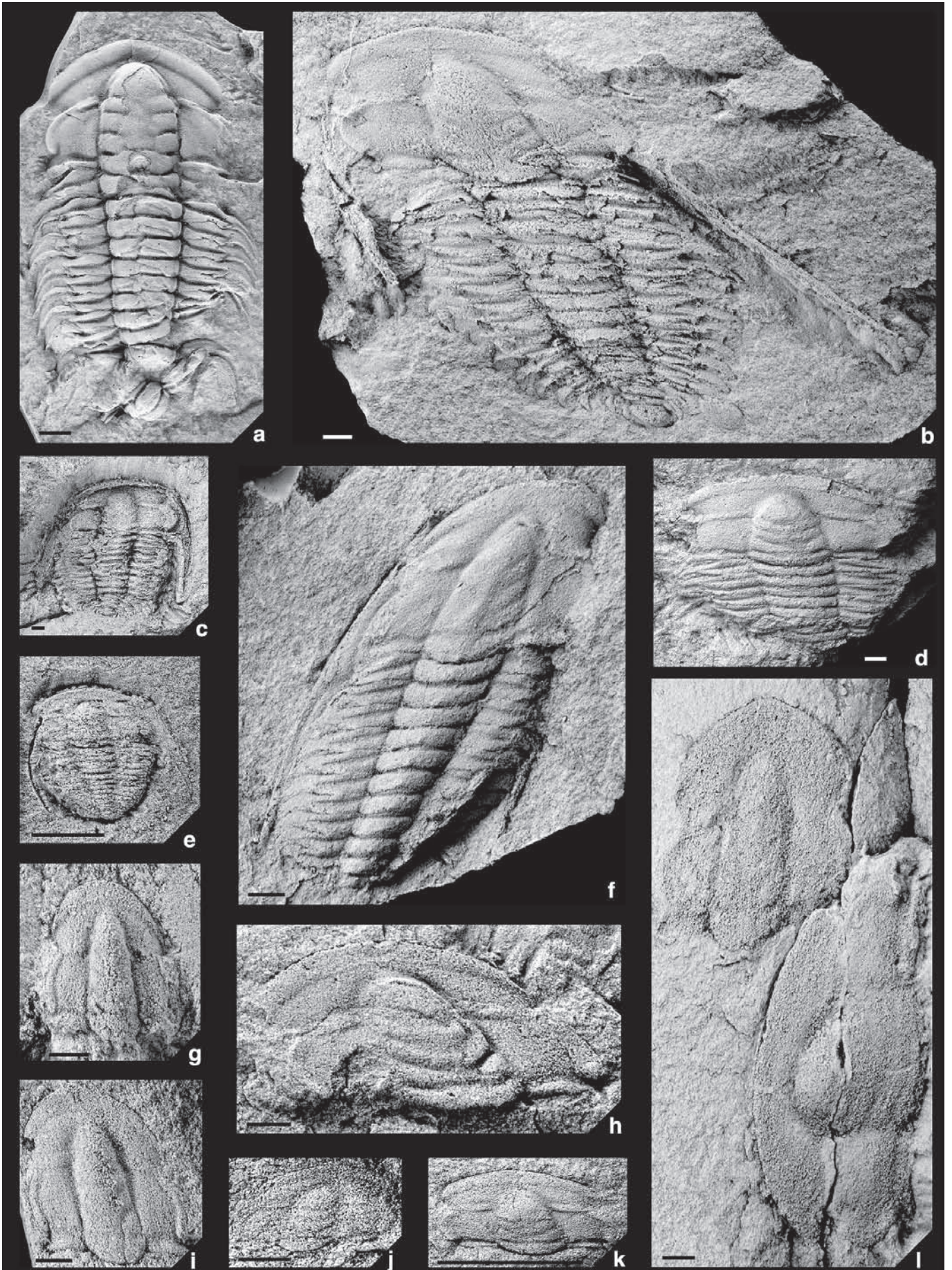
Dimensiones deformadas: El único ejemplar encontrado presenta las siguientes proporciones: Ag/Ac \approx 1/3, Lg/Lc \approx 5/6.

Descripción: Cranidio subcuadrado con el margen anterior arqueado. Borde anterior ligeramente más ancho (sag.) delante de la glabella que lateralmente, plano y muy ancho (sag.), y un poco más elevado que el campo preocular. Surco anterior fino y marcado. Área preglabellar ausente. Glabella subcilíndrica, su relieve sobresale por encima del resto del cranidio y presenta lados subparalelos en su zona posterior y fuertemente convergentes en el lóbulo frontal. Presenta tres pares de surcos laterales marcados, no transglabellares y dirigidos hacia la parte posterior. Surco occipital recto y más ancho que el resto de los surcos glabellares. Lóbulo occipital rectangular y homogéneo, con el margen posterior algo curvado hacia detrás; presenta un tubérculo. Campo preocular plano, subrectangular y más ancho que el borde anterior. Arista ocular bien definida, recta y de anchura constante, equivalente a la del lóbulo palpebral, se inserta en la base del lóbulo frontal de la glabella y está más elevada que el borde anterior. Lóbulo palpebral ligeramente curvo y de anchura homogénea que no llega al surco posterior. Área palpebral plana y casi tan ancha como la glabella (trans.) Surco posterior del cranidio ancho y profundo. Borde posterior más estrecho que el surco anterior. Margen posterior recto.

Tórax: número total de segmentos desconocido. El ejemplar conserva sólo los siete primeros segmentos torácicos. El raquis y las áreas pleurales (sin las espinas) presentan una anchura (trans.) muy parecida. Los anillos axiales son rectangulares y homogéneos. Las pleuras están separadas entre sí por un fuerte surco interpleural. Presentan un surco pleural dirigido hacia delante que las recorre en diagonal y deja dos bandas pleurales equivalentes. Las espinas pleurales son cortas y anchas. Línea fulcral muy marcada situada delimitando el tercio más lateral de las pleuras.

Figura 7. **a**, *Hamatolenus marocanus* (Neltner, 1938) [réplica del holotipo de *Hamatolenus continuus* Hupé, 1953, Marruecos]. **b-l**, *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, todos ellos de la sección Rambla de Valdemiedes 1 (RV1); **b**, MPZ 99/184, réplica en látex de un ejemplar completo; **c**, MPZ 99/206, molde interno de un ejemplar juvenil casi completo; **d**, MPZ 99/208, molde interno de un ejemplar con el cranidio y 6 segmentos torácicos; **e**, MPZ 99/211, molde interno de un ejemplar juvenil casi completo; **f**, MPZ 99/204, molde interno de un ejemplar con el cranidio, una librígena y 10 segmentos torácicos; **g**, MPZ 99/188, molde interno de un cranidio; **h**, MPZ 99/195, molde interno de un cranidio; **i**, MPZ 99/194, molde interno de un cranidio; **j**, MPZ 99/200, molde interno de un cranidio juvenil; **k**, MPZ 99/198, molde interno de un cranidio; **l**, MPZ 99/191, molde interno de dos cranidios perpendiculares entre sí, obsérvese el diferente aspecto debido a la deformación. Escala gráfica 2 mm.

a, *Hamatolenus marocanus* (Neltner, 1938) [holotype of *Hamatolenus continuus* Hupé, 1953 cast, Morocco]. **b-l**, *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *ibericus* Sdzuy, 1958, all of them from the Rambla de Valdemiedes 1 (RV1) section; **b**, MPZ 99/184, latex cast of a complete specimen; **c**, MPZ 99/206, internal mould of an almost complete young specimen; **d**, MPZ 99/208, internal mould of a cranidium with 6 thoracic segments; **e**, MPZ 99/211, internal mould of an almost complete young specimen; **f**, MPZ 99/204, internal mould of a specimen showing the cranidium, one librigena and 10 thoracic segments; **g**, MPZ 99/188, internal mould of cranidium; **h**, MPZ 99/195, internal mould of cranidium; **i**, MPZ 99/194, internal mould of cranidium; **j**, MPZ 99/200, internal mould of a young cranidium; **k**, MPZ 99/198, internal mould of cranidium; **l**, MPZ 99/191, internal moulds of two perpendicular cranidia, note the differences due to distortion. Scale bar 2 mm.



Comparación y observaciones: El único ejemplar encontrado de esta posible nueva especie presenta claramente las características del género y subgénero, con el lóbulo palpebral pequeño, y se diferencia de la especie tipo en su ancho y plano borde anterior y la ausencia total de área prelabelar. Este último carácter también la distingue de *Hamatolenus (Myopsolenus) douglasi* Basset, Owens & Rushton 1976; aunque su parecido con esta especie es mayor ya que posee un borde anterior ancho, aunque es ligeramente cóncavo y no plano como el de *Hamatolenus (Myopsolenus)* sp. A. No obstante, al no haberse encontrado más que un sólo ejemplar, se prefiere dejarla en nomenclatura abierta de momento.

Distribución estratigráfica: nivel 131 de la sección Jarque 1, Zona de *Protolenus jillocanus* (Bilbiliense Superior), de acuerdo con Dies *et al.* (2004).

Subgénero *Hamatolenus (Lotzeia)* Sdzuy, 1958

Especie tipo: *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958; por designación original.

Hamatolenus (Lotzeia) lotzei Sdzuy, 1958

Figs. 8.k-8.o, 9

- v 1961 *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958.- Sdzuy, 282-283, lám. 11 figs. 5-12, lám. 12, figs. 1-3, fig.-text. 12 (con sinónimos anteriores).
- pars v 1986 *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958.- Liñán & Gozalo, 46, lám. 8 figs. 4-8.
- non v 1986 *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958.- Liñán & Gozalo, lám. 8 fig. 9.
- v 1986 *Alueva undulata* n. ssp.- Liñán y Gozalo, 49, lám. 9 fig. 13.

Figura 8. **a-i**, *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958, todos ellos de la sección Rambla de Valdemedes 1 (RV1); **a**, MPZ 99/204, molde interno de un cranidio; **b**, MPZ 99/196, molde interno de un cranidio; **c**, MPZ 99/189, molde interno de un cranidio; **d**, MPZ 99/192, molde interno de un cranidio; **e**, MPZ 99/212, réplica en látex de una muda; **f**, MPZ 99/193, molde interno de un cranidio; **g**, MPZ 99/203, molde interno de una librígena; **h**, MPZ 99/185, molde interno de un cranidio; **i**, MPZ 99/207, molde interno de un ejemplar casi completo con el cranidio y 13 segmentos torácicos. **j**, *Hamatolenus (Myopsolenus)* sp. A, procedente de la sección Jarque 1 (J1), MPZ 2004, réplica en látex de un ejemplar con el cranidio y 7 segmentos torácicos. **k-o**, *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958; **k**, SMF X 1366a, sección Rambla de Valdemedes 2 (RV2), réplica en escayola del holotipo figurado por Sdzuy (1961: lám. 11 fig. 3); **l**, MPZ 2004/74, J1, molde interno de un cranidio; **m**, MPZ 2004/68, RV2, molde interno de un cranidio; **n**, MPZ 2004/65, RV2, molde interno de un cranidio; **o**, MPZ 2004/69, RV1, molde interno de un cranidio, obsérvese la placa rostral desplazada por delante del borde anterior. Escala gráfica 2 mm.

a-i, *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958, all of them from the Rambla de Valdemedes 1 (RV1) section; **a**, MPZ 99/204, internal mould of cranidium; **b**, MPZ 99/196, internal mould of cranidium; **c**, MPZ 99/189, internal mould of cranidium; **d**, MPZ 99/192, internal mould of cranidium; **e**, MPZ 99/212, latex cast of a moult; **f**, MPZ 99/193, internal mould of cranidium; **g**, MPZ 99/203, internal mould of librigena; **h**, MPZ 99/185, internal mould of cranidium; **i**, MPZ 99/207, internal mould of an almost complete specimen showing the cranidium and 13 thoracic segments. **j**, *Hamatolenus (Myopsolenus)* sp. A, Jarque 1 (J1) section, MPZ 2004, latex cast of an uncomplete specimen with the cranidium and 7 thoracic segments. **k-o**, *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958; **k**, SMF X 1366a, Rambla de Valdemedes 2 (RV2) section, plaster cast of the holotype figured by Sdzuy (1961: pl. 11 fig. 3); **l**, MPZ 2004/74, J1, internal mould of cranidium; **m**, MPZ 2004/68, RV2, internal mould of cranidium; **n**, MPZ 2004/65, RV2, internal mould of cranidium; **o**, MPZ 2004/69, RV1, internal mould of cranidium, note the rostral plate displaced in front of the anterior border. Scale bar 2 mm.

- v 2004 *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958.- Dies Álvarez, 59-60, lám. 16 figs. 2-9, lám. 17 figs. 1-3, 7-8.

Material: 46 cranidios conservados como moldes internos y externos con pátinas limoníticas y conservados en lutitas verdes y amarillas. Todos ellos presentan fuerte deformación tectónica.

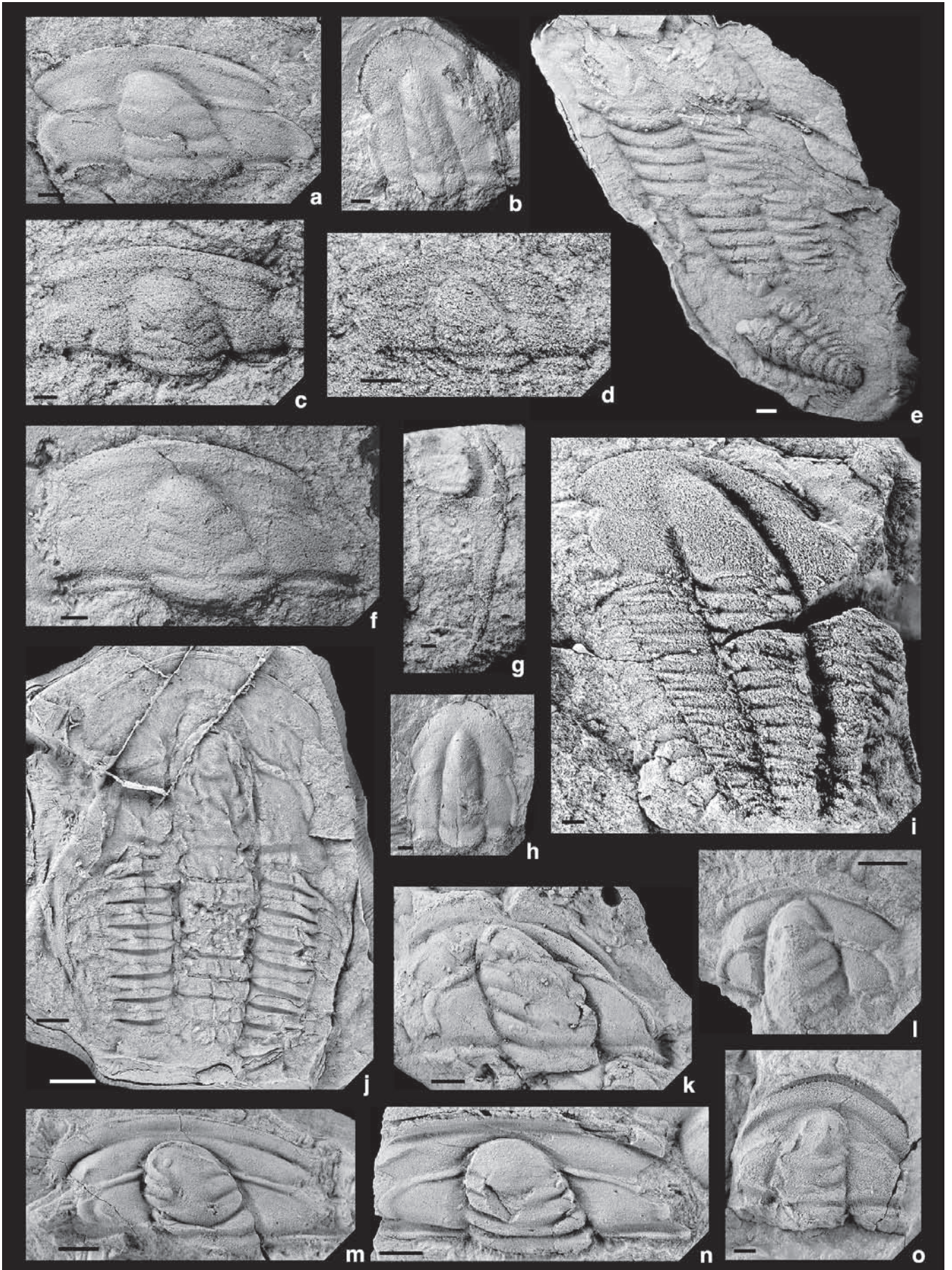
Dimensiones deformadas: El holotipo (Fig. 8.k) presenta las siguientes proporciones: Lg/Lc \approx 1/2 y Lg/Lc \approx 5/6.

Descripción: Para una descripción completa ver Sdzuy (1958, 1961).

Observaciones: El análisis detallado de las muestras preexistentes, así como los nuevos muestreos realizados, han llevado a la conclusión de que la especie *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* no aparece en el Cámbrico Inferior al pertenecer los ejemplares revisados de esta edad a las especies *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* y *Protolenus pisidianus* Dean in Dean & Özgül, 1994 con las que presenta algunas características comunes (Dies Álvarez, 2004).

Algunos especímenes (Figs. 8.o y 9.c) presentan una estructura en forma de relieve convexo, que había sido confundido con un borde ondulado, por lo que Liñán & Gozalo (1986) los identificaron como *Alueva undulata* n. ssp., pero el hallazgo de nuevos ejemplares, ha permitido interpretar esta morfología como consecuencia del desplazamiento de su placa rostral, originando una morfología similar al del borde típico de *Alueva undulata* (ver Dies Álvarez, 2004).

Sdzuy (1958, 1961) señala las principales diferencias entre este subgénero (extensible a la especie al tratarse de un género monoespecífico), y las demás especies del géne-



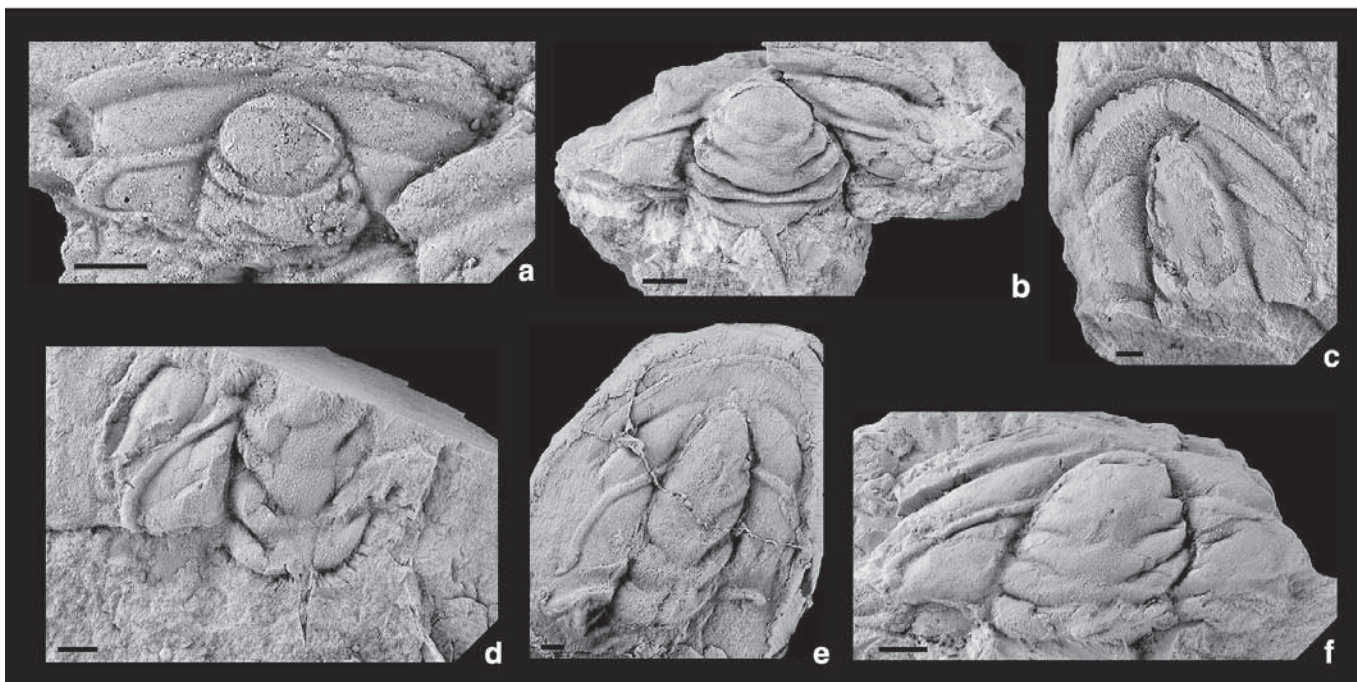


Figura 9. *Hamatolenus (Lotzeia) lotzei* Sdzuy, 1958; **a**, SMF X 1366a, RV2, réplica en escayola del ejemplar que acompaña al holotipo figurado por Sdzuy (1961: lám. 11 fig. 3); **b**, MPZ 2004/66, RV2, molde interno de un cranidio; **c**, MPZ 2004/75, RV1, molde interno de un cranidio, obsérvese la placa rostral desplazada por delante del borde anterior; **d**, MPZ 2004/70, RV2, molde interno de un cranidio incompleto, véase la gran espina occipital); **e**, MPZ 2004/73, RV2, réplica en látex de un cranidio); **f**, MPZ 2004/70, RV2, molde interno de un cranidio. Escala gráfica 2 mm.

Hamatolenus (Lotzeia) lotzei Sdzuy, 1958; **a**, SMF X 1366a, RV2, plaster cast of a specimen in the same rock that the holotype, figured by Sdzuy (1961: pl. 11 fig. 3); **b**, MPZ 2004/66, RV2, internal mould of cranidium; **c**, MPZ 2004/75, RV1, internal mould of cranidium, note the rostral plate displaced in front of the anterior border; **d**, MPZ 2004/70, RV2, internal mould of an uncomplete cranidium, note the long occipital spine); **e**, MPZ 2004/73, RV2, latex cast of cranidium); **f**, MPZ 2004/70, RV2, internal mould of cranidium. Scale bar 2 mm.

ro conocidas hasta ese momento, algunas de las cuales han sido citadas en la introducción (el género *Collyrolenus* se considera en la actualidad sinónimo de *Myopsolenus*).

H. (L.) lotzei muestra gran similitud con la especie marroquí *H. (Hamatolenus) vincenti* Geyer & Landing, 2004, de la que difieren principalmente en el tipo de borde y en la mayor anchura del área preglabellar. Cabe señalar de esta última especie el hecho de presentar un tipo de sutura típica de *H. (Lotzeia)*, por lo que se prefiere incluirla en este subgénero. Hasta la fecha no se ha encontrado ningún ejemplar de *H. (L.) lotzei* completo o con restos del tórax por lo que se desconocen sus características. No obstante, *H. (L.) vincenti* presenta macropleuras, por lo que tenemos en sus ejemplares una posible muestra de cómo sería el tórax del subgénero.

Distribución estratigráfica: Niveles 140 y 141 de la sección Jarque 1 (este último nivel con reservas ya que el ejemplar se encuentra en mal estado de conservación), nivel 10.1 de la sección Rambla de Valdemiedes 1, niveles 10 y 11 de la sección Rambla de Valdemiedes 2, y niveles 0.5 y 0.6 de la sección Villafeliche 1. Todos ellos en la Zona de *Acadoparadoxides mureoensis*, de acuerdo con Liñán *et al.* (1993).

PALEOBIOGEOGRAFÍA Y FACIES

Hasta el momento casi todos los yacimientos con registro del género *Hamatolenus* se han encontrado en formaciones mayoritariamente siliciclásticas. En las Formaciones Asrir y Jbel Wawrmast en Marruecos (ver Geyer, 1990; Geyer & Landing, 2004), en la Formación Valdemiedes en España, en Hell's Mouth Grits de Gales (Bassett *et al.*, 1976; Rushton & Prigmore, 1999) y en las capas de Harlani (Formación Braintree) en Massachusetts (Fletcher *et al.*, 2005), todas ellas son eminentemente lutíticas, con algunos niveles de areniscas, nódulos calcáreos y/o, muy raramente algún nivel calcáreo. También, Fletcher (2003: tab. 2) indica la presencia de *Hamatolenus* en Terranova oriental en niveles del Miembro Branch Cove Marl, en la parte superior de la Formación Brigus, también en facies básicamente lutíticas, pero no hay figuración de los mismos.

Recientemente, Dean (2005) ha definido *Hamatolenus (H.) altifrons*, en el miembro calizas grises claras de la formación Çal Tepe en Turquía. Como ya se ha comentado en el apartado de Sistemática, esta especie es muy parecida a

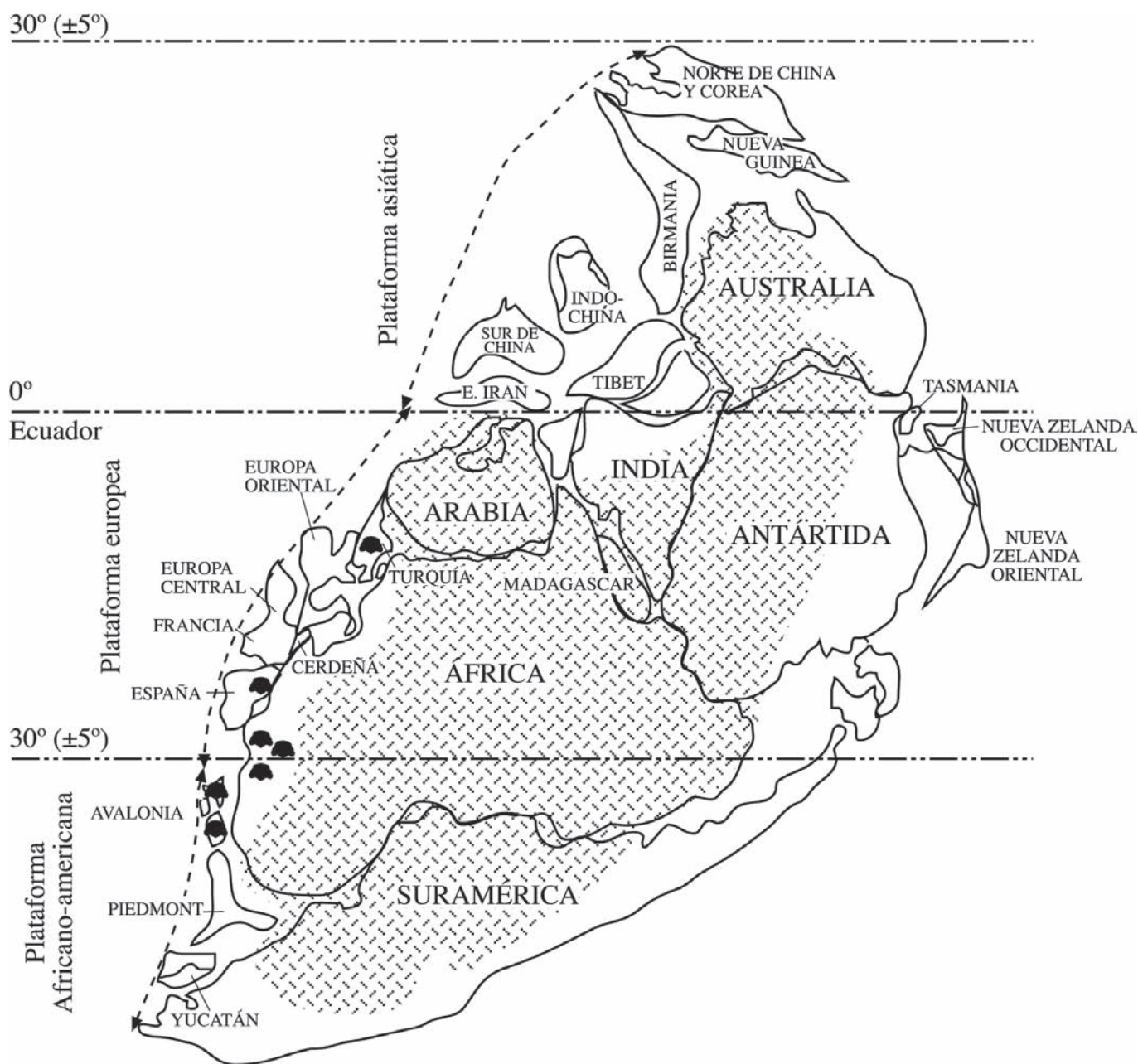


Figura 10. Reconstrucción paleogeográfica de las plataformas europea y africano-americana, con la localización de los hallazgos del género *Hamatolenus* (modificado de Courjault-Radé *et al.*, 1992).
Paleogeographic reconstruction of the European and African-American Platforms, and location of the genus Hamatolenus findings (after Courjault-Radé et al., 1992).

Protolenus jilocanus (Liñán & Gozalo, 1986) y, posiblemente, deba incluirse en el género *Protolenus*.

El hecho de que por el momento todas las especies asignadas al género sin dudas se encuentren siempre en formaciones eminentemente detríticas finas, avalan la posibilidad de que este género viviera en fondos siliciclásticos, principalmente de tipo lutítico y, seguramente, blandos; así por ejemplo, Geyer (1990a, 1990b) habla de las biofacies de *Hamatolenus* (*Hamatolenus*) *maroccanus* o de *Hamatolenus* (*Myopsolenus*) *magnus*, en los yacimientos donde se registran estas especies en abundancia, en litologías

lutíticas. Esta preferencia de sustratos detríticos explicaría su ausencia en regiones como la Cordillera Cantábrica o Cerdeña, donde los materiales en torno al límite Cámbrico Inferior y Medio, presentan una importante fauna de trilobites (Gozalo *et al.*, 1993b; Sdzuy, 1995; Loi *et al.*, 1995; Elicki & Pillola, 2004) en niveles carbonatados, con varias especies y géneros comunes, pero donde, por el momento, no se ha encontrado el género *Hamatolenus*.

Este hecho, también se comprueba en las Cadenas Ibéricas. En la sección Ateca 16, donde la Formación Valdemiedes es eminentemente carbonatada y no se han encontrado

representantes de *Hamatolenus* (ver Dies Álvarez, 2004). Aunque este género fue citado por Álvaro *et al.* (1993), los taxones allí descritos fueron posteriormente asignados al género *Protolenus* (Dies *et al.*, 2001; Dies Álvarez, 2004). De todos modos, aunque la ausencia no es un criterio positivo, sí que puede aseverarse que el género *Hamatolenus* debería tener preferencia por sustratos siliciclásticos finos y, generalmente, blandos, aunque no se descarta que esporádicamente se registre en facies carbonatada.

Finalmente, la distribución del género *Hamatolenus* en la subprovincia Mediterránea (Fig. 10) es casi exclusiva de las formaciones detríticas finas del tránsito Cámbrico Inferior-Medio; siendo Marruecos y España el área principal de distribución del género. Por otro lado, en Avalonia su presencia es escasa, pero se ha reconocido en el Cámbrico Inferior de Gales y en la base del Cámbrico Medio de Terranova oriental y Massachusetts. Cuando se sitúan estos hallazgos (Fig. 10) sobre la reconstrucción paleogeográfica de las plataformas perigondwánicas de Courjault-Radè *et al.* (1992) se observa que todos los registros se sitúan en áreas próximas dentro de las plataformas europeas y africano-americanas.

Esta distribución es coherente con la que se ha encontrado para otras especies como *Acadoparadoxides murensis* (Sdzuy 1958) o *Badulesia tenera* (Hartt in Dawson 1868) (ver Sdzuy *et al.*, 1999 o Chirivella *et al.*, 2003); lo que hablaría de la cercanía de estas dos regiones, idea también defendida por Fletcher *et al.* (1995) para este lapso temporal; siendo coherente con el uso de la Provincia Acadobáltica en el sentido que le dieron Sdzuy (1972) y Sdzuy *et al.* (1999), y está en contradicción con la propuesta de Landing (1996) de considerar Avalonia como un continente insular separado y que no tendría relaciones con Gondwana o con Báltica.

CONCLUSIONES

La revisión del género *Hamatolenus* Hupé, 1953 ha permitido determinar la presencia de tres especies en la Península Ibérica, cada una perteneciente a uno de sus subgéneros, y se presenta por primera vez un ejemplar de *H. (Myopsolenus) sp. A* en España.

El estudio morfométrico de la especie más numerosa, *H. (H.) ibericus* Sdzuy, 1958 ha dejado patente la gran variabilidad intraespecífica existente en los cráneos de la misma.

En este trabajo se propone asignar la especie *Hamatolenus (H.) vicenti* Geyer & Landing, 2004 al subgénero *Lotzeia*. En relación con la especie *Hamatolenus (H.) altifrons* Dean, 2005, se considera la posibilidad de incluirla en el género *Protolenus*, dada su semejanza morfológica con *Protolenus jilocanus* (Liñán & Gozalo, 1986).

Por otro lado, desde el punto de vista de las facies casi todos los registros del género *Hamatolenus* aparecen restrin-

gidos a facies siliciclásticas, por lo que este género podría estar vinculado a ambientes poco o nada carbonatados.

Por último, la distribución paleobiogeográfica del género está restringida a las subprovincias Mediterránea y Avalónica, poniendo de manifiesto las conexiones que debieron existir entre estas dos subprovincia al menos en el intervalo temporal en torno al límite Cámbrico Inferior y Medio, al que se encuentra limitado la distribución estratigráfica de este género.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es una contribución al proyecto BTE 2003-04997 del Ministerio de Educación y Ciencia y al Grupo Consolidado "Patrimonio y Museo Paleontológico" del Gobierno de Aragón. Las fotografías han sido realizadas por la Dra. Zarela Herrera del Servicio de Fotografía Paleontológica de la Universidad de Zaragoza. Agradecemos los comentarios críticos al texto realizados por el Dr. Eladio Liñán y D. José Antonio Gámez Vintaned, así como la revisión de la Dra. Isabel Rábano. Este trabajo forma parte de la tesis doctoral de M. E. Dies durante cuyo desarrollo fue becaria predoctoral del Departamento de Educación y Cultura del Gobierno de Aragón. En la actualidad es becaria postdoctoral del Ministerio de Educación y Ciencia en la Universidad de Lund (Suecia).

BIBLIOGRAFIA

- Álvaro, J., Gozalo, R. & Liñán, E. 1993. Bioestratigrafía del límite Cámbrico Inferior-Medio en Ateca (Cadena Ibérica Occidental, España). *Revista Española de Paleontología*, n° extr., 40-48.
- Basset, M. G., Owens, R. M. & Rushton, A. W. A. 1976. Lower Cambrian fossils from the Hell's Ounth Grits, St. Tudwal's Peninsula, North Wales. *Journal of the Geological Society of London*, **132**, 623-644.
- Chirivella Martorell, J. B., Gozalo, R. & Liñán, E. 2003. Estudio taxonómico y biométrico de *Badulesia tenera* (Hartt in Dawson, 1868), Trilobita. Caesaraugustiense (Cámbrico Medio) de las Cadenas Ibéricas (NE de España). *Revista Española de Paleontología*, **18**, 83-101.
- Courjault-Radé, P., Debrenne, F. & Gandin, A. 1992. Paleogeographic and geodynamic evolution of the Gondwana continental margins during the Cambrian. *Terra Nova*, **4**, 657-667.
- Dean, W. T. 2005. Trilobites from the Çal Tepe Formation (Cambrian), Near Seydisehir, Central Taurides, Southwestern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **14**, 1-71.
- Dean, W. T. & Özgül, N. 1994. Cambrian rocks and faunas, Hüdai area, Taurus Mountains, southwestern Turkey. *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre*, **64**, 5-20.
- Dies Álvarez, M. E. 2004. *Bioestratigrafía y Paleoecología de la Formación Valdemedes (Cámbrico Inferior-Medio) en las Cadenas Ibéricas*. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza, 147 pp. (inédita).

- Dies, M. E., Gozalo, R. & Liñán, E. 2004. Zonación del Límite Bilbiliense-Leoniense (Formación Valdemiedes, Cámbrico Inferior-Medio) en las Cadenas Ibéricas. *Geotemas*, **6** (2), 283-286.
- Elicki, O. & Pillola, G. L. 2004. Cambrian microfauna and palaeoecology of the Campo Pisano Formation at Guttururu Pala (Iglesiente, SW Sardinia, Italy). *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, **43**, 383-401.
- Fletcher, T. P. 2003. *Ovatortocara granulata*: the key to a global Cambrian Stage Boundary and the correlation of the Olenellid, Redlichiiid and Paradoxiid Realms. *Special Papers in Palaeontology*, **70**, 73-102.
- Fletcher, T. P., Theokritoff, G., Lord, G. D. & Zeoli, G. 2005. The early paradoxiid harlani trilobite fauna of Massachusetts and its correlatives in Newfoundland, Morocco, and Spain. *Journal of Paleontology*, **79**, 312-336.
- Geyer, G. 1990a. Revised Lower to Lower Middle Cambrian biostratigraphy of Morocco. *Newsletter on Stratigraphy*, **22**, 53-70.
- Geyer, G. 1990b. Die marokkanischen Ellipsocephalidae (Trilobite: Redlichiiida). *Beringeria*, **3**, 217.
- Geyer, G. & Landing, E. 2004. A unified Lower-Middle Cambrian chronostratigraphy for West Gondwana. *Acta Geologica Polonica*, **54**, 179-218.
- Gozalo, R. & Liñán, E. 1995. Leonian (early Middle Cambrian) *Paradoxides* biostratigraphy. *Beringeria*, Special Issue **2**, 169-171.
- Gozalo, R., Liñán, E. & Álvaro, J. 1993a. Bioestratigrafía del Cámbrico Medio de Villafeliche (Prov. Zaragoza, España). *Revista Española de Paleontología*, **nº extr.**, 49-57.
- Gozalo, R., Álvaro, J., Liñán, E., Sdzuy, K. & Truyols, J. 1993b. La distribución de *Paradoxides* (*Acadoparadoxides*) *mureroensis* Sdzuy, 1958 (Cámbrico Medio basal) y sus implicaciones paleobiogeográficas. *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, **18**, 217-230.
- Gozalo, R., Liñán, E. & Sdzuy, K. 1996. September 20. The Lower and Middle Cambrian of Murero and Villafeliche (West Asturian-Leonese Zone. Western Iberian Chain). In: *II Field Conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Groups. International Subcommission on Cambrian Stratigraphy. Spain, 13-21 September 1996. Field Trip Guide and Abstracts* (Eds. E. Liñán, J. A. Gámez Vintaned & R. Gozalo). Universidad de Zaragoza, 73-80.
- Henningsmoen, G. 1959. Ellipsocephalacea. In: *Treatise on Invertebrate paleontology, part 0. Arthropoda 1* (ed. R. C. Moore). University of Kansas Press, 207-212.
- Hughes, N. C. & Jell, P. A. 1992. A statistical/computer-graphic technique for assessing variation in tectonically deformed fossils and its application to Cambrian trilobites from Kashmir. *Lethaia*, **25**, 317-330
- Hupé, P. 1953. Contribution à l'étude du Cambrien inférieur et du Précambrien III de l'Anti-Atlas marocain. *Service Géologique du Maroc (Rabat) Notes et Mémoires*, **103**, 1-402.
- Labandeira, C. C. & Hughes, N. C. 1994. Biometry of the Late Cambrian trilobite genus *Dikelocephalus* and its implications for trilobites systematics. *Journal of Paleontology*, **68**, 492-517.
- Landing, E. 1996. Avalon: Insular continent by the latest Precambrian. *Geological Society of America, Special Paper*, **304**, 29-63.
- Liñán, E. & Gozalo, R. 1986. Trilobites del Cámbrico Inferior y Medio de Murero (Cordillera Ibérica). *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, **2**, 1-104.
- Liñán, E., Gozalo, R., Gámez, J.A. & Álvaro, J.J. 1992. Las formaciones del Grupo Mesones (Cámbrico Inferior-Medio) en las Cadenas Ibéricas. *III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología, Salamanca, Actas*, **1**, 517-523.
- Liñán, E., Fernández-Nieto, C., Gámez, J. A., Gozalo, R., Mayoral, E., Moreno-Eiris, E., Palacios, T. & Perejón, A. 1993. Problemática del límite Cámbrico Inferior-Medio en Murero (Cadenas Ibéricas, España). *Revista Española de Paleontología*, **nº extr.**, 26-39.
- Liñán, E., Sdzuy, K., Álvaro, J.J., Gámez Vintaned, J.A. & Gozalo, R. 1996. September 19. The Jarque section: Lower and Middle Cambrian (West Asturian-Leonese Zone. Eastern Iberian Chain). In: *II Field Conference of the Cambrian Stage Subdivision Working Groups. International Subcommission on Cambrian Stratigraphy. Spain. 13-21 September 1996. Field Trip Guide and Abstracts* (Eds. E. Liñán, J.A. Gámez Vintaned & R. Gozalo). Universidad de Zaragoza, 57-72.
- Loi, A., Pillola, G. L. & Leone, F. 1995. The Cambrian and Early Ordovician of south-western Sardinia. *Rediconti del Seminario della Facoltà di Scienze dell'Univeristà di Cagliari*, suppl. **65**, 61-81.
- Neltner, L. 1938. Études géologiques dans le Sud marocain (Haut Atlas et Anti-Atlas). *Notes et Mémoires Service des Mines de la Carte géologique du Maroc*, **42**, 1-298.
- Rushton, A. W. A. & Prigmore, J. K. 1999. Cambrian of North Wales. In: *British Cambrian to Ordovician Stratigraphy* (A. W. A. Rushton, A. W. Owen, R. M. Owens & J. K. Prigmore). Geological conservation Reviews Series - The Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, **18**, 19-49.
- Sdzuy, K. 1958. Neue Trilobiten aus dem Mittelkambrium von Spanien. *Seckenbergiana lethaea*, **39**, 235-253.
- Sdzuy, K. 1961. Das Kambrium Spaniens. Teil II: Trilobiten. *Akademie der Wissenschaften und der Literatur Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse*, **1961** (7-8), 217-408.
- Sdzuy, K. 1972. Das Kambrium der acadobaltischen Faunenprovinz. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie*, Teil II, **1972**, 1-91.
- Sdzuy, K. 1995. Acerca del conocimiento actual del Sistema Cámbrico y del Límite Cámbrico Inferior-Cámbrico Medio. In: *Memorias de las IV Jornadas Aragonesas de Paleontología: "La expansión de la vida en el Cámbrico"*. Libro homenaje al Prof. Klaus Sdzuy (Eds. J. A. Gámez Vintaned & E. Liñán). Institución "Fernando el Católico", Zaragoza, 253-263.
- Sdzuy, K., Liñán, E. & Gozalo, R. 1999. The Leonian Stage (early Middle Cambrian): a unit for Cambrian correlation in the Mediterranean subprovince. *Geological Magazine*, **136**, 39-48.

Apéndice. Dimensiones de los caracteres del cráneo (en mm) de los ejemplares de *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958. Lc, longitud del cráneo; Lg, longitud de la glabella; Lba, longitud del borde anterior del cráneo; Lo, longitud del lóbulo palpebral; Ac, anchura posterior del cráneo; Ac1, anchura palpebral del cráneo; Ag, anchura posterior de la glabella; Ag1, anchura palpebral de la glabella.

Appendix. *Hamatolenus (Hamatolenus) ibericus* Sdzuy, 1958 measurements of cranial characters (mm). Lc, cranial length; Lg, glabellar length; Lba, cranium anterior border length; Lo, palpebral lobe length; Ac, posterior cranial width; Ac2, palpebral cranial width; Ag, glabellar width; Ag1, palpebral glabellar width

MPZ	Lc	Lg	Lo	Lba	Ac	Ac1	Ag	Ag1
868	2,5	2			5,5		2,2	1,8
869	3,5	2,6			6,5	6	3	2,2
870	4,8	3,9					2,5	1,9
871	6	5			7,5	6,5	3	2,2
872	6,5	5,5			11	9,5	4,7	3,5
873	9	7,5	3,2	1,3	7,5	7,5	3,3	2,5
876	9,5	7,2		1,1	13,5	12,5	6	4,5
880	14	11	5	2	8,5	7,5	4,3	3,3
881	9,3	7,5		1,5			7,5	6
882	15	11,5		2		22	11	7,5
883	11,5	9		1,5			6,5	5,5
884	9,2	6,8		1,5		13,5	6,5	5,5
886	10,5	8,3		1,3			8,5	7
887	11,3	9	3	1,3	12	11,5	5,5	4
888	13,5	11	4	2	9	8,5	4,3	3,5
890	16	12		2	10,5	10,3	4,5	4
892	16,7	12,7		2,7			10	7,5
894	11	9,5	3,3	1,5	8,5	8	4,3	3
99/184	12	9,5	2,7	1,5	15		7,5	5
99/185	19	15,5	7	2,5	13	12	6	4,5
99/186	19	15	6	3,2	15	15	7	5
99/187	18,5	15		2,5	17	15	8	6
99/188	8,3	6,5	2,8	1,2	5,5	4,5	2,5	2
99/189	11,5	9,3		1,6	20	17,5	8,5	7
99/190	10,5	8,5	3,5	1,5	15,5	15	7,8	5,5
99/191	14,5	11	4,5	1,3		9	4,5	4
99/192	6	4,7		0,8	9	8,5	4,2	3,2
99/193	12,5	9,5		1,5	19,2	16,8	9	6
99/194	10,5	8	3,5	1,5	7	6,8	3	2,3
99/195	8	6,5		1,2		10	5	4
99/196	17,7	13,5	5,2	2,6	12		5	4
99/197	6	5		0,6	11,5	10,5	5,3	4,2
99/198	9,5	7	2,5	1,5	14,5	14,5	6,5	5
99/199								
99/200	3,3	2,5		0,1	4,8	4,5	2	1,5
99/202	30,3	23,2				20	10	7,3
99/204	11,5	8,5	4	1,5	10,5	10,5	4,6	3,7
99/205	4,5	3,2		0,5	8	7	3,5	2,7
99/206	8	6		1	14,5		5,5	5
99/207	13	10,5				15,2	7	5
99/208	8	6,5		1			7	5,2
99/209	8	6	2,5	1,2		5	2,4	2

99/210		9						7,5	6		
99/211	3,7	2,8					0,3	6	5,5	2,5	1,8
99/213	5	3,7	1,7	0,6	7,8	8	4	2,3			
99/356	19,8	15,3					2,5			5,5	3,5
99/363	7,5	6							4,3	2,3	1,5
99/371	11,5	8,5	4	1,5							
99/454	12	9,5					1,5				3,5
99/452	6,5	5					0,5			5,3	4,5
99/451	7,3	6					1,2				
99/450		13								5,3	5
99/449		12,5	5						10	5,3	4
99/448	7	5,5					1			1,1	4,2
99/446			3,2	1,3					17		6,5
99/444	13,5	10,5					1,7		14	7	6
99/443	11	8,5	3,5	1,5						5,7	4,5
99/442	13,5	10,5	4,3	2					8	4,3	3,5
99/441	4,8	3,8					0,8			2	1,7
99/440		7,5								7	5
99/439									13	6	
99/438	17,1	13,5	5,8	2,5						5	
99/437	9,5	7,5					1			7	6
99/436	12	9					1,6			6	4,5
99/435	11	8,5	4	1,5	7,5	7,2	3,5	2,8			
99/434	11	8,5					1,5			9	7
99/432	9	7	2,7	1,2	10,5	10	5	4			
99/431	18	13,5					2,5			7,5	
99/430	13	10,5	5	1,7					14,5		5,3
99/429	13	10								3,7	2,8
99/428	15	12					1,8			5,5	4,5
99/427	14	11								5,5	4,5
99/426	9	6,7	3	1,5	14,3	14,5	6,5	5,5			
99/423	10	7,8					1,2	18	17	8,5	6,5
99/422	19,5						2,7				
99/419	10,5	7,5	3,5	1,5	10,5					5	4
99/418	18,1	14					3	11,5	10,5	5,5	3,5
99/417	10	7,8					1,2	8,7		4	3
99/415	14	11					2	19	17,5	8,5	6,5
99/414							2		17,5		6,5
99/413	11	8	4	1,5	14	14	6	5			
99/412	13,6	10,5								4,3	
99/410 A y B		10						4	7,5	3,3	
99/409 a y b	21,5	16,5						7,8		6,5	
99/408 a y b	8,7	8					1,5	7	15	5,5	

99/407 a y b	20,5	17,5		2,8	12,5	13,5	5,5	
99/406 a y b					8	16	5,5	
99/405 a y b	12	9,5		1,5	20,5		8,5	6,5
99/404 a y b					12		5	4,2
99/403 a y b	7,5	6		1	4,3		3,3	
99/402 a y b	13,5	10,5		1,7	20		10	7,5
99/401 a y b	11	8,5	3,5	1,5	19,5		8,3	6
99/508	10,7	8		1,3				
99/343 a y b	14,7	11,5	5	2	16		9	6
99/342	6,7	5		0,7	5,2	4,7	2,2	1,8
99/341			6		25,5	24,5	12,5	
99/339	12,4	9		1,7	17		8	6,5
99/335	14	11	4,5	1,7			6	5
99/334	14	10,5		1,6			5,5	4
99/333	9,5	7,2		1				
99/329	10	8	3,8	1,5	11,5	10	5	3,8
99/504							5,5	
99/453							5,5	4
99/327	9	7		1,2			5	
99/326	7,7	6		1,2	9	8,5	4	3
99/325	8,2	6,7		1			6,5	
99/324	14	10,5	5	2	9,5		4,3	
99/323	6,5	5,1	3	0,9	8	6,8	3,5	2,6
99/321	12,5	10		1,6			3,8	3
99/320	8,5	6,5	3,5	1	11	9,7	5	3,8
99/319	7,5	6	3	0,9	12	11	5,5	4,5
99/318	10,5	8,5		1,5			3,3	2,8
99/316	14	11	5	2	9	8	4,2	3
99/315	15	11,5		2				4,5
99/314	7	5,4					2	1,8
99/313		16,5					7	5
99/312	7,5	6		1			6	
99/306	6	4,7		0,7				
99/305	8	6,3		1,1	15,5		6,8	5
99/304		7					4,5	3,5
99/302	14	11	4,8	1,8		9,5	4,8	3,5
99/301	9,5	8	2,8	1			7	
99/300	9	7		0,8		4,5	2,3	1,8
99/298	10	8	3,2	1			3,5	2,5
99/297	8,3	6,2	3,5	1	15,2	14,5	7	5,5
99/296	13	10,5		2		7,5	4,3	3
99/295							5	4,3
99/294	11	9,3		1	19		9	
99/293	6,8			0,7		10,2	5	3,5
99/291	10	8	3,5	1,5	16	16	7,5	5,5
99/289	8,5	6,5		1,2	10,5	10	4,5	3,5
99/288	12,2	9,5	3,5	1,5	12,5	12,2	5,6	3,5
99/287	7,2	5,7	3	0,7			4	2,8
99/286	12	9,5	5	1,5		20,9	9	
99/285	15,7	12,3		1,8	11,5	11	4,8	4

99/284	11,5	9,5	4	1,5			5,5	4,5
99/283	8	6		1,2	8,5	9	4,5	3
99/282	13	10	5	1,2			4,3	3,2
99/281	10,5	8	3,3				3,5	3
99/280	11,5	9	4	1,5			9	6,5
99/279	9	7		0,8			2,7	2,5
99/454	12	9,5		1,5				3,5
99/455 a y b	19	15	6	2,5	7,5		6,5	
99/456 a y b	16,4	12,6		2,3	7,5		5,5	
99/457 a y b	10,5	8,5		1,7	6,7		5,3	
99/458 a y b	10,5	7,7		1,2	4,3		3,5	
99/459 a y b	12	9	5	1,7	14,5		6,5	4,7
99/460 a y b	7,5	6		1	9	8,5	4	3,2
99/461 a y b	13,5	10,5	5,2	1,8				
99/462	11	9	3,5	1,5		17	9	6,5
99/463	11	8,3	3,7				6	4,8
99/464	8,4	6,5					7,5	
99/465		10,5	4				5	3,5
99/466						18	8	6,5
99/467			5	2,3	16		7,8	
99/468							4,5	4
99/469	13	10		1,8			6,7	4,5
99/470			4,5				4,8	
99/471	15,5	11,5		2,3				
99/472					23,7		11	
99/473	14	11	4,3	1,8	11	10,3	5	4,3
99/474		8,5					7	6,5
99/475	11,5	8,5		1,3	12		5,5	4
99/476			3,5	1,3				
99/477	14	10,7	5	1,8				2,3
99/478	11,5	8,8		1,5			5	3,7
99/479	3,8	3		0,5			3,3	2,7
99/480	13,5	10,5		2			4,5	3,8
99/481	13,5	10,5		1,8			6,7	4,5
99/482			6	3				
99/483			5,2		11		5,3	4,3
99/484	13	10		1,5		8,5	4	3,3
99/486	18	13,5	7	2,2		11,6	5,5	4
99/487	12,5	10					8,3	6,7
99/488							7,5	4,5
99/489	11	9	3,5	1,5		12,5	6	5
99/490	10	7,5		1,5			4	3
99/491	18	14,5	6,5	2,5	16,5	16,5	8,5	5,5
99/492	22,5	18		2,5			6,5	
99/493	11,7	9,5		1,5			10	7,5
99/494	12	9,5		1,5		21	9,5	6,5
99/495							7,5	6
99/496	16	12	5,5				5	3,5
99/497				2,2				7,5
99/498	11,5	9,5	3,7	1,5	9,5	9	4	3,5

99/500	11,5	9		1,4		7,3	3,5	2,3
99/501	10	8	4	0,9	18	16	8,5	5
99/502	17	13			15		6,5	
99/503	18	13,5		2			5,5	
99/506	8	6,5		1,1			5	4
99/507	16	12,5	5,5	1,5	12,5	11,5	5	4,5
99/535				2,7				4,5
99/346 a y b	12,7	10,3	5,2	1,7	9,5			
99/345 a y b	15,5	12,5	4,7	2,2	6,5			
99/347 a y b	16,7	12,5		2,2	7	13	5	
99/348 a y b			5	1,7	11		6,5	
99/349							7	5,8
99/350	9	6,8		1			6,8	5,8
99/351	14	11,5		1,3			6	4,5
99/352	9					7,5	3,5	3
99/353	13,5	10,5		1,5			4,3	3
99/354	5	4,2			6	5,5	2,7	2,2
99/355	12	10	5,2	1,3			3,6	3
99/357	7	5,5		0,8			6	
99/358	11,5	9		1,5			7,5	6
99/359	10	8	4,5	1,3		10,5	4,8	3,7
99/360		4,5					2,5	
99/361	5,1	4		0,7			4	3
99/364								
99/365	15,5	12,5		2		8,5	4	3,5
99/366	13	10	5	1,7				
99/367	18	14,5	5,2	2				
99/369						12	5,5	
99/370	15	11,5	5,5				6,5	
99/371	22	15			17,5	16	7,5	7
99/373	10	7,5		1,5		15	8	5,5
99/374	10,5	8		1,4				
99/375	10,8	8,3		1,5		11,5	6	4,5
99/376	3,5	2,6		0,5		5	2,5	2
99/377	18,5	14,5		2,3			7,2	5
99/378	21	16,5		2,5	15		6,3	
99/379	9	7,5			7		3	
99/380	8,5	6,5		1	17,5		7,5	6
99/382	8,5	6,5		1		7,5	2,5	2,8
99/383	11,3	8,5	3	1,3			3,5	3
99/384		11	3,5		10,5	8,5	4,5	4
99/385	7,5	5,5		0,8			4,8	4,2
99/386			2,5			12		4
99/387	15,5	13	5	2			5	3,8
99/388				1,5			3	2,5
99/389							4,5	4
99/390			4,5			13,5	6,5	5,5
99/391	9	7		1,2			7,5	5,8
99/392	18	14						

99/393	7,8	5,5	2,6			5,8	5	2,2	2
99/394						11,5			
99/395	14	11	6				17		6
99/397	12	9,5		1,5					
99/399	13,5	10,5	4,2	1,8	13,5	13			5
99/400	6,5	5,5		0,7				5,5	4
99/308	17	12,2	6					4,5	3,5
99/214								12,5	
99/215		7	2,2					2,8	2
99/216	11	8,7		1	7			3,3	2,5
99/217									
99/218	10	8	3,5	1			12	6	5
99/219	13,5	11							6,5
99/220	10	7,8	3	1,2				5,5	4,2
99/221									
99/222	11	8,5		1				7	5,6
99/223	8,5	6,3	3	0,7				4	3
99/224	12	10		1,4				5,5	4
99/225	11,5	9		1					2,5
99/226	16,5	13							
99/228	13,5	11		1,5	17	14	7	5	
99/229		11	4		11,5	11	6		
99/230	11	8		1,1	17	16	8	5,5	
99/231		8,3						9,5	6,5
99/232		6,5				15	7,5	5,5	
99/233				2,5					7
99/234	7	5,5		1,2	10	9,5	4,5	3,5	
99/236	9,5	7	2,5	1,5		12,5	5	4,8	
99/237		9,5				8		4	
99/240								9	8
99/241	14,5	11,5	4	2			21,5	10,5	8,5
99/243			4	1,5			12,5		5
99/245	7	5,5	2,2	0,6	10	9,5	4,5	3,5	
99/246	9	7,2		0,5				3,5	3
99/485				2					6
99/248 a y b	10,5	7,5	3	1,8	6,5	6,5	3	2,1	
99/260	7,8	6,2		0,8				5,5	
99/249 a y b	12,5	10	3,5		7			5,1	
99/247 a y b	7,5	6,5			12,5			5,5	5
99/269 a y b	6	4,8		1	3,5			3	
99/274	8,3	6,5						2,3	2,3
99/272		7,5			17			7	5
99/267	3	2,3	1,1	0,2	5	4,5	2,2	1,7	
99/265	5,2	3,8		0,7	5,7			2,3	2
99/264	8,2	6,3		1,2					5
99/260	8	6,5	3,2	0,6				5	3,8
99/258		8	3,5			5,7	3	2,5	
99/253	5	3,8		0,8				2,3	1,9
99/251	11	9		0,7				3,5	2,8