

cuencias elementales de somerización, de varios metros de espesor, compuestas por las siguientes facies:

**Facies A'.**—Nivel de remoción del techo de la secuencia precedente (*lag deposit*). Packstone a wackstone con mezcla de granos (ostrácodos y caráceas fragmentados junto con oolitos micritizados).

**Facies B'.**—Estratos de 0,7-1 m de espesor formados en su mayoría por oolitos bien calibrados. Abundan las estratificaciones cruzadas, sobre todo unidireccionales. Facies de alta energía (barras oolíticas).

**Facies C'.**—Packstone oolítico-oncolítico con bioclastos; menor selección de tamaño y *ripples*. Facies de menor energía dentro de la plataforma.

**Facies D'.**—Niveles finos de micritas con abundantes ostrácodos y caráceas. Constituyen las facies de marismas de la zona supramareal.

La presencia de *Protopenneroplis striata*, *Trocholinas (T. palastiniensis)* y en otros enclaves *Mesoendothyra croatica*, permite datar estos materiales como Jurásico medio.

#### Conclusiones

El Jurásico inferior y medio repre-

senta la primera fase de desarrollo de plataforma carbonatada poco profunda en la Zona Prebética, que acontece entre los depósitos continentales triásicos y los pelágicos del Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior. La sedimentación tiene lugar en un dominio todavía estable tectónicamente, y bajo control sobre todo eustático; por ello, las dos intercalaciones arcillosas de carácter regional se consideran originadas en dos momentos de caída eustática dentro de este intervalo de tiempo. Ambos descensos pueden situarse en la Zona Subbética, en el Lías medio y límite Lías-Dogger (García Hernández *et al.*, 1987), lo cual es acorde con los pocos datos bioestratigráficos que se tienen en el Prebético para estas edades.

La similitud de las facies y sus asociaciones, la polaridad transgresiva del conjunto de la sucesión estratigráfica y el desarrollo sistemático de secuencias elementales de somerización, nos llevan a considerar una única secuencia deposicional para este amplio intervalo de tiempo.

Cabe señalar, por último, la equivalencia de los modelos de plataforma propuestos, con los interpretados en la Zona Subbética para las

mismas edades. Primero el del Lías inferior-medio, intervalo en el que aún no había tenido lugar la ruptura de la plataforma carbonatada en el paleomargen de las Zonas Externas (Vera, 1988). Después en el Dogger, durante el cual en algunos dominios subbéticos (Penibético Martín Algarra, 1987; Subbético Externo, Molina, 1987) se desarrollan bancos carbonatados con una alta producción de oolitos.

Este trabajo es parte de los Proyectos número 83/3503/CO2/CO1 de la CAICYT y el CSIC, y número 1224/84 de la CAICYT.

#### Referencias

- García-Hernández, M. y López Garrido, A. C. (1987): *Abstract. 2nd. Inter. Symp. Jurassic Stratigr.*, Lisboa.
- García Hernández, M. *et al.* (1988): *Col. Estratigr. y Paleogeogr. del Jurásico de España*. Logroño.
- Martín Algarra, A. (1987): Tesis Doctoral. Univ. Granada, 1.171 p.
- Molina, J. M. (1987): Tesis Doctoral. Univ. Granada, 512 p.
- Vera, J. A. (1988): *Rev. Soc. Geol. España*, 1.

Recibido el 30 de septiembre de 1988  
Aceptado el 10 de octubre de 1988

## Fracturación en los metápodos de *Hipparion*

Luis Alcalá Martínez. Museo Nacional de Ciencias Naturales. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.  
Carlos Martín Escorza. Museo Nacional de Ciencias Naturales. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.

#### ABSTRACT

*The fractures observed in a sample of 96 fossil metapodes of Hipparion are studied in this paper. The specimens come from several sites of different Cenozoic basins of Spain.*

*All the bones but one have at least one post-fossilization fracture of load process origin.*

*The bones were divided in eleven segments. The number of fractures in the intervals were put in a histogram. From the histogram it became clear that certain intervals were more liable to have fractures than others. The maximum number of fractures is a direct function of the geometric features of the bone. The anteroposterior diameter has an inverse relation to the fracture frequency. Where the greatest changes in transverse bone diameter occur also the greatest frequencies in fractures occur.*

Alcalá Martínez, L. y Martín Escorza, C. (1988): Fracturación en los metápodos de *Hipparion*. *Geogaceta*, 5, 41-44.

**Key words:** *Fracturation, Hipparion metapodes, Fosildiagenetic processes.*

#### Introducción

La existencia en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (MNCN) de un

importante depósito de metápodos de *Hipparion* en excelente estado de conservación nos permite analizar con fiabilidad algunas de sus característi-

cas morfológicas. Una de ellas es la de presentar, en su mayoría, una evidente fracturación que traspasa toda la sección del metápod, según planos

comúnmente nítidos, sin apenas alabeamientos. Cada espécimen presenta un número variado de estas fracturas que se sitúan en diferentes puntos a lo largo del hueso.

El objetivo de este trabajo es tratar de establecer las relaciones entre la mencionada fracturación y alguna característica intrínseca al espécimen; asimismo intentar que estos resultados se puedan aplicar para la resolución de algunos problemas que se encuentran en los yacimientos paleontológicos con este tipo de fósiles.

**Metodología**

Las piezas analizadas corresponden a diversos yacimientos del Mioceno superior y del Plioceno inferior continentales. Por tanto, abarcan prácticamente todo el lapso temporal para el que se ha registrado el género *Hipparion* en España. El material pertenece en su mayor parte a localidades situadas en la Fosa de Teruel (La Roma, La Cantera, Los Aguanaces, Puente Minero, Cerro de la Garita, Los Mansuetos, Valdecebro 5, El Arquillo, Milagros, La Gloria, Orrios y La Calera), a los que se han incorporado también piezas correspondientes a yacimientos de otras cuencas, como Los Valles de Fuentidueña y El

Lugarejo (Duero), Crevillente (Vinalopó) y Venta del Moro (Cabriel), (Villalta y Crusafont, 1957; Sondaar, 1961; Alberdi, 1974, 1978, 1981; Alberdi y Morales, 1981; Morales, 1984; Adrover *et al.*, 1986; Alcalá *et al.*, 1986; Alberdi y Montoya, en prensa). En total se dispone de una muestra de 96 ejemplares.

La disposición de los metápodos en el yacimiento suele ser concordante con la estratificación, que es horizontal o subhorizontal.

Para establecer los trazados de las distintas fracturas a lo largo de cada metápodo todas las piezas se dividieron en intervalos proporcionales a su longitud. Se tomaron las dimensiones del diámetro anteroposterior (DAP) y del diámetro transversal (DT) según doce secciones del hueso perpendicular al eje mayor. De este modo queda dividido en once segmentos iguales. En este trabajo hemos excluido de la toma de datos a la epífisis distal, que constituye a su vez una parte de igual longitud a las otras diez. A partir de estas referencias se registraron las posiciones de las fracturas fijando su trazado por la intersección de su plano con el determinado por la generatriz anterior y posterior, tomando el centro de su extremidad proximal como origen. Para este análisis, los dos registros así obtenidos

han sido sustituidos por su valor medio, el cual se ha tomado como representativo de la posición de cada fractura; es lo que denominamos «posición teórica» de la fractura.

Una vez realizada esta fase (que conlleva un error máximo de 0,5 de la longitud del intervalo medido en cada espécimen) se ha representado la posición relativa de cada fractura sobre un gráfico rectangular con el que se esquematiza al hueso. Para los posteriores análisis en cada ejemplar se consideró también si se trataba de metacarpianos o metatarsianos, dado que los metápodos de *Hipparion* tienen morfología diferente según sean de uno u otro tipo. Para una mejor comparación se han representado todos los ejemplares con una longitud uniforme (fig. 1).

**Resultados**

Del conjunto de metápodos existentes en las colecciones del MNCN sólo un ejemplar no presenta ninguna fractura transversal. El proceso generador de tales estructuras se puede situar durante la etapa fosildiagenética según se deduce de: la morfología planar o casi planar de las fracturas, el hecho de estar afectando a cristalizaciones de calcita que aparecen

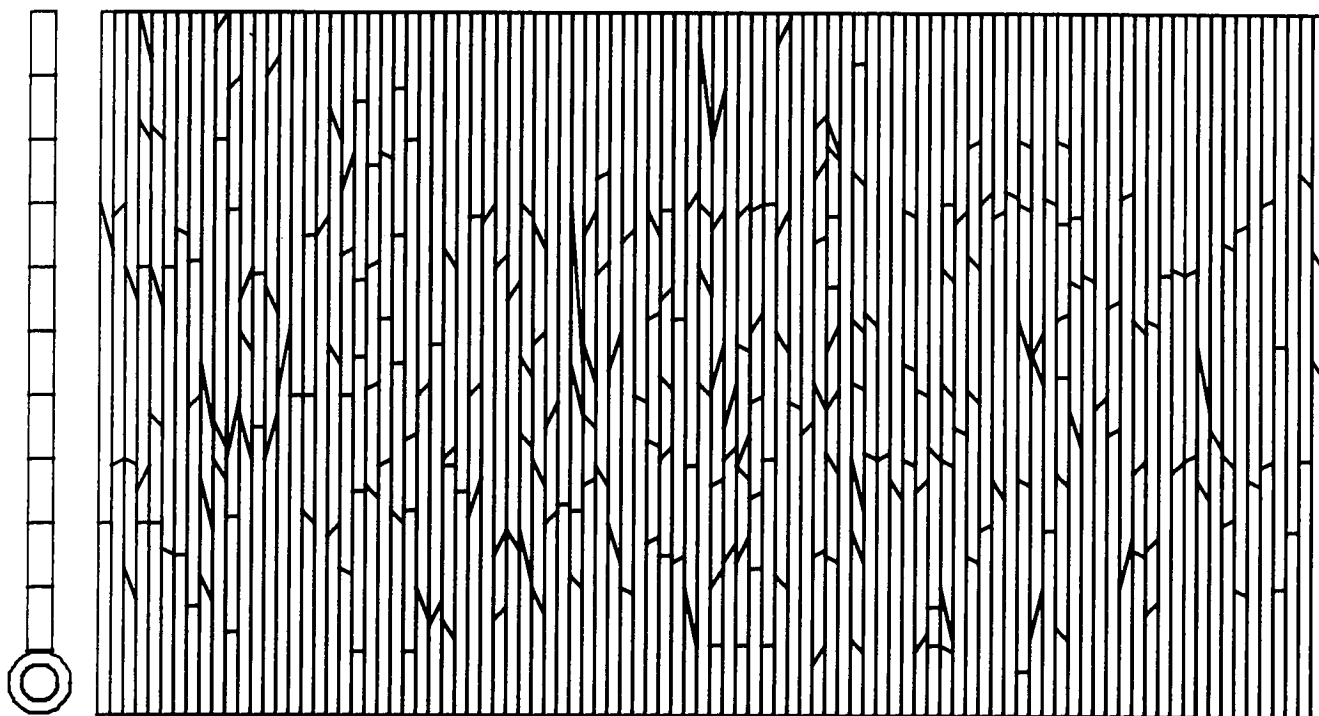


Fig. 1.—Representación de las posiciones de las 273 fracturas transversales que existen en los 96 metápodos de la muestra. Cada metápodo ha sido esquematizado por un rectángulo vertical, cuya longitud real está transformada a un valor único (ver texto).

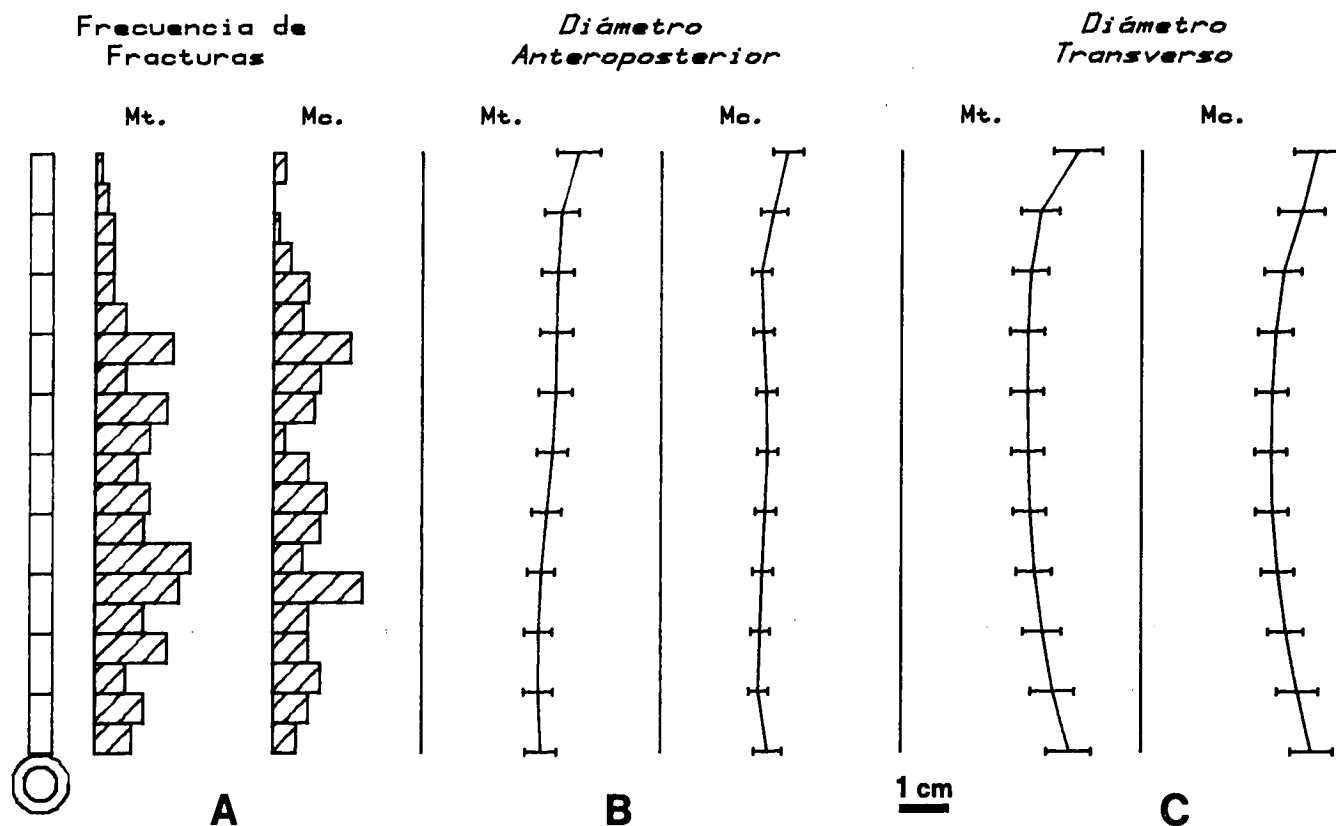


Fig. 2.—Relación entre la frecuencia de fracturas por intervalos y los diámetros de la muestra de 96 metápodos considerados. A: Histogramas de frecuencia de fracturas. B: Valores medios del DAP en las secciones establecidas; para cada caso se indica la desviación típica. C: Idem. para el DT. Mt: Metatarsiano. Mc: Metacarpiano.

revistiendo o rellenando el interior de algunos ejemplares y la circunstancia de que incluso en algún caso estas fracturas sean verdaderas fallas con desplazamientos netos.

La posición de estas fracturas a lo largo del metápodo no se dispone al azar. Como se expone en la fig. 2.A, la frecuencia de su situación presenta una distribución semejante en los intervalos con valores mínimos e intervalos con máximos localizados tanto en las piezas delanteras (Mc) como en las traseras (Mt).

Ya se conoce la existencia de relaciones entre las propias características de un hueso y ciertas respuestas mecánicas (Evans, 1962; Burr, 1980). Nuestro análisis se basa en las variaciones del DAP y del DT, que son considerablemente regulares para toda la muestra, con desviaciones típicas tales que permiten señalar un modelo general representado por la poligonal que resulta de unir entre sí los correspondientes valores medios de cada sección (figs. 2.B y 2.C).

La comparación de los resultados obtenidos en la distribución frecuencial con los referentes a los valores

del DAP y DT indica una relación entre ambos conjuntos de datos:

- Las fracturas son menos frecuentes en las secciones donde el DAP es mayor. Los intervalos con máxima fracturación se sitúan en segmentos cercanos a los cambios de DAP, pero en posiciones desplazadas hacia el punto medio de la longitud del metápodo.
- Con relación al DT, también se produce una disminución de la fracturación hacia los extremos, donde el valor de aquél es mayor. Las fracturas son más frecuentes en los extremos del arco medio. En los segmentos centrales, en los cuales el DT es mínimo, las fracturas no alcanzan una frecuencia máxima.

### Conclusiones

Los diversos factores geológicos que reúne la muestra de los 96 metápodos aquí analizada permiten considerar que, debido a la distribución no aleatoria que presenta la

localización de las fracturas que manifiestan, éstas dependen fundamentalmente de las características geométricas del propio ejemplar. La situación más frecuente de dichas fracturas parece estar relacionada con zonas de disminución del DAP y DT, a la vez que con cambios de curvatura en la representación gráfica del valor de estas variables a lo largo del metápodo.

Estas conclusiones pueden ayudar al planteamiento de hipótesis tafonómicas en un yacimiento que contenga una muestra estadísticamente representativa de estos elementos. A modo de ejemplo se puede proponer que la presencia en un yacimiento de fragmentos dispersos de metápodo con el tipo de rotura descrito (tanto en lo referente a su morfología como a la distribución frecuencial de tamaños), implicaría la existencia de un proceso de reelaboración tafonómica.

### Agradecimientos

A la doctora M. T. Alberdi Alonso por la ayuda facilitada.

Referencias

- Adrover, R.; Alcalá, L.; Mein, P.; Moissenet, E. y Orrios, J. (1986): *Estudios geol.*, 42, 495-509.
- Alberdi, M. T. (1974): *Trab. Neóg. Cuat.*, 1, 1-146.
- Alberdi, M. T. (1978): *Teruel*, 60, 33-48.
- Alberdi, M. T. (1981): *Estudios geol.*, 37, 425-437.
- Alberdi, M. T. y Montoya, P. (en prensa): *Mediterránea*.
- Alberdi, M. T. y Morales, J. (1981): *Teruel*, 66, 61-66.
- Alcalá, L.; Sesé, C. y Morales, J. (1986): *Paleont. i Evol.*, 20, 69-78.
- Burr, D. B. (1980): *Yearbook physical anthropology*, 23, 109-146.
- Evans, F. G. (1962): *Clin. Orthop.*, 25, 42-54.
- Morales, J. (1984): *Venta del Moro: su macrofauna de mamíferos y biostratigrafía continental del Mioceno terminal mediterráneo*. Tesis Doct. Univ. Complutense. Madrid.
- Sondaar, P. (1961): *Estudios geol.*, 27, 209-305.
- Villalta, J. F. de y Crusafont, M. (1957): *Curs. y Conf. I. L. M.*, 4, 65-69.

Recibido el 30 de septiembre de 1988  
Aceptado el 10 de octubre de 1988

## Fase Robledo: Una etapa distensiva dúctil en la Cordillera Central

Carlos Martín Escorza. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. José Gutiérrez Abascal, 2. 28006 Madrid.

### ABSTRACT

*Shear with SC planes are found in the same locations among the gneises and other metamorphic rocks in the Central Cordillera. They are a ductil tectonic extensional episode (Robledo Phase) with SE-NW dipping C shearing planes. The observations suggests an age post-Hercynian and previous, or in relation, to tardi-Hercynian transcurrent fault episode.*

Martín Escorza, C. (1988): Fase Robledo: Una etapa distensiva dúctil en la Cordillera Central. *Geogaceta*, 5, 44-46.

**Key words:** *Shear, extensional episode, Cordillera Central*

### Introducción

La existencia en el Sistema Central de procesos de distensión en niveles profundos es un hecho conocido sólo desde hace pocos años (Martín Escorza, 1981). Están representados por claras estructuras características visibles sobre todo en los gneises a los que afecta, en los que su foliación se flexiona en forma de «S», según diferentes escalas. Los bordes de tales sigmoides están limitados y se adaptan tangencialmente a los planos cinemáticos que los han originado. Tales planos se corresponden con los C de cizalla, seguramente simple (ver discusión en Doblas, 1987, b), y a lo largo de su traza se han formado frecuentemente procesos de milonitización o cataclasis, con intensidad, facies y dimensiones diferentes (Martín Escorza, 1977, 1981). También son visibles por otros marcadores, tales como diques de espesor centimétrico a los que afecta deformándolos, dando lugar a sigmoides desgarrados.

Ultimamente se han puesto en evidencia procesos semejantes ya sea localizados en áreas (Doblas, 1987,a; 1988; Doblas *et al.*, 1983), como en corredores longitudinales (González Casado, 1987) e incluso grandes

estructuras han sido reinterpretadas como debidas a procesos distensivos posteriores al «pico metamórfico» (González Casado y Casquet, 1988), que más tarde parecen jugar en distensión frágil (post-F3, González Lodeiro *et al.*, 1988).

La existencia en tiempos hercínicos o pre-tardi-hercínicos de procesos dúctiles, que pasan posteriormente a condiciones menos plásticas, se expresó ya para algunos puntos (Martín Escorza, 1977; 1981), quizás relacionados con una variación progresiva de un mismo proceso. Sin embargo, conforme se van notificando más datos y se hacen más observaciones, es cada vez más manifiesta la necesidad de diferenciar en esta Cordillera (Dobles *et al.*, 1988) dos fenomenologías: la dúctil, más antigua y actuando en niveles más profundos, sobre la que es posible de todos modos especular puntualmente sobre una pérdida gradual de ese carácter (ver, por ejemplo, Martín Escorza, 1977; Capote *et al.*, 1987); y otra específicamente frágil, que se desarrolló afectando a los materiales ya rigidificados que traslada las partes de uno y otro lado de los planos de rotura, pero sin provocar deformación en los materiales.

Quizás uno y otro procesos puedan

ser enlazados progresivamente en algún punto y asimismo quizás puedan hacerse subdivisiones en cada uno de ellos, pero, por ahora, los datos apuntan a la consideración de una primera fase dúctil, para la que proponemos el nombre de Fase Robledo; y a una segunda frágil, que, adaptándonos a la nomenclatura propuesta (Capote *et al.*, 1987), seguiremos denominando Etapa Malagón.

El objetivo de este trabajo es ampliar el significado del primero de estos procesos, el desarrollado en condiciones dúctiles (Fase Robledo), a la luz de una amplia recogida de datos, para tratar de situarlo en orden a su importancia. Asimismo se intentan describir sus características en la Cordillera Central.

### Resultados

Responden a las observaciones realizadas principalmente en los gneises de varias áreas de la Cordillera Central (fig. 1). La foliación, generada con anterioridad a los fenómenos que ahora estamos considerando, es una buena estructura preexistente para detectar tanto la presencia de los planos de movimiento C como para