

# *Hipparion* del Turolense superior de Las Casiones (Fosa de Teruel)

## *Hipparion from the Late Turolian of Las Casiones (Teruel Basin)*

M<sup>a</sup> Dolores Pesquero<sup>1</sup>

**Resumen:** En este trabajo se realiza un estudio exhaustivo del material perteneciente al género *Hipparion* del yacimiento paleontológico de Las Casiones (Fosa de Teruel, España) de edad Turolense superior (MN13), el cual no había sido descrito con anterioridad. Este trabajo incluye la descripción y estudio, a través de análisis bivariantes y multivariantes, de casi 2.500 restos fósiles de *Hipparion* procedentes de este yacimiento, y su comparación con ejemplares de *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum* de los yacimientos de Cerro de la Garita, El Arquillo y Milagros. A partir de su talla, de sus características morfológicas y de los resultados de los análisis bivariantes y multivariantes realizados, se han identificado tres especies distintas en el yacimiento: *Hipparion primigenium*, *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum*.

**Palabras clave:** Equidae, *Hipparion*, Turolense, Mioceno superior, Fosa de Teruel, España.

**Abstract:** An exhaustive morphological and biometrical study of *Hipparion* fossil material from Las Casiones locality (Teruel basin, Spain), which has not been previously described, is presented. These forms are compared with *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* and *Hipparion periafricanum* from Cerro de la Garita, El Arquillo and Milagros Spanish localities. *Hipparion* remains from Las Casiones are identified as *Hipparion primigenium*, *Hipparion gromovae* and *Hipparion periafricanum* by their size and morphological characters, and confirmed by bivariate and multivariate analyses. The faunal assemblages indicate a late Turolian age (MN13) for Las Casiones locality.

**Key words:** Equidae, *Hipparion*, Turolian, Late Miocene, Teruel basin, Spain.

### INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

#### EL GÉNERO *HIPPARION*

El género *Hipparion* fue definido por Christol en 1832; es un género muy abundante dentro de las faunas continentales del Vallesiense, Turolense, Rusciense y Villafranquiense inferior de Eurasia, África y Norteamérica. En el Vallesiense inferior un grupo derivado de *Merychippus* norteamericano se expandió rápidamente en Eurasia reemplazando al équido *Anchitherium* (ALBERDI, 1989). Durante el Vallesiense, aproximadamente entre hace 11,1 m.a. y 8,7 m.a.,

vivió en Eurasia un grupo de hippariones de talla grande que encontramos distribuidos en numerosos yacimientos de Europa, Asia y en algunos del Norte y Este de África. En este grupo se incluye la especie *Hipparion primigenium* así como otros de características similares que vivieron en el mismo periodo de tiempo, como *Hipparion plodocus*, *Hipparion macedonicum*, *Hipparion theniensi*, *Hipparion theobaldi*, *Hipparion depereti* e *Hipparion nagriensi* que han sido descritos en Asia, Europa y África (ALBERDI, 1972; 1974a; KOUFOS, 1984; 1985; 1986; SOONAR, 1974). En el Turolense se encuentra registrado un nuevo grupo de *Hipparion* de talla media, derivado

<sup>1</sup> Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, c/ Jose Gutierrez Abascal 2, 28006 Madrid, Spain. mcnpf503@mncn.csic.es

probablemente de los anteriores, de mayor gracilidad, simplificación en la morfología de la superficie oclusal y aumento de la hipsodoncia. Dentro de este grupo están incluidos las especies *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum* de los yacimientos de la cuenca de Teruel (ALBERDI, 1972; 1974a; 1978; 1989; ALBERDI & MORALES, 1981; ALBERDI & ALCALÁ, 1989-90), así como las especies, descritas en diferentes puntos de China, antigua Unión Soviética y Grecia, *Hipparion mediterraneum* e *Hipparion mathewi* y en el Norte de África bajo el nombre de *Hipparion sitifense* (KOUFOS, 1987; 1990).

El abundante registro de *Hipparion* en Eurasia durante el Vallesiense y el Turolense ha dado lugar a una gran proliferación de nombres taxonómicos. En 1968 Forsten comenzó a sintetizarlos usando métodos estadísticos. Más tarde, ALBERDI (1972, 1974a), por medio de métodos estadísticos combinando caracteres morfológicos y biométricos, revisó la sistematización hecha por Forsten. ALBERDI (1989) estableció un total de seis grupos (morfotipos sensu lato), tratando de agrupar las especies de *Hipparion* Eurasiáticas y Africanas desde el Vallesiense inferior al Villafranquiense inferior.

#### EL GÉNERO *HIPPARION* EN ESPAÑA

La primera presencia del género *Hipparion* en España se sitúa, como en el resto de Europa en el Vallesiense. Su registro está representado, durante este periodo, por una única especie: *H. primigenium*, que deriva de *Hipparion primigenium* centroeuropeo e ingresa en España a través de los Pirineos orientales. Esta forma varía poco durante este periodo, dando lugar a otras formas marginales que se especializan a medida que avanzan por el suelo español: una forma grácil en Castilla, (*H. p. melendezi*), una forma más robusta en Aragón, (*H. p. koenigswaldi*) y otra menos especializada y más semejante al tronco original en el Vallés-Penedés, (*H. p. catalaunium*) (ALBERDI, 1974 a; 1974 b; 1981).

Durante el Turolense hay un incremento en el número de formas, persistiendo *Hipparion primigenium* en algunos yacimientos junto a tres nuevas especies no registradas anteriormente: *H. concudense*, *H. gromovae* e *H. periafricanum*. En el yacimiento de La Cantera, del tránsito Vallesiense-Turolense (ALCALÁ ET AL. 1986), se registra una única especie de *Hipparion*: *Hipparion primigenium truyolsi*, for-

ma transiente entre *H. primigenium* e *H. concudense*, que perdura con algunas poblaciones conservadoras a lo largo del Turolense. En este periodo temporal, además, tiene lugar una segunda entrada de *Hipparion* en España, *H. mediterraneum*, que no llega a tener gran expansión, debido probablemente a la presencia de las formas autóctonas españolas, registrándose únicamente en Cataluña y en la Comunidad Valenciana (yacimiento de Piera y yacimiento de Crevillente).

En el Turolense inferior se encuentra un interesante yacimiento con *Hipparion*: Puente Minero. Este yacimiento es muy singular desde el punto de vista bioestratigráfico debido a la presencia de la especie *H. gromovae* típica del Turolense superior, forma muy evolucionada para el periodo temporal en que se sitúa el yacimiento. Además, en el yacimiento se registran dos especies más de *Hipparion*: *H. primigenium* e *H. concudense* (ALBERDI & ALCALÁ, 1989-1990). En el Turolense medio se sitúan varios yacimientos clásicos de macromamíferos con *Hipparion* del área de Teruel: Los Aljezares, Cerro de la Garita, Barranco de las Calaveras, Las Pedrizas y Los Mansuetos. Todos ellos contienen una única especie de *Hipparion*, *H. concudense*, con la forma típica de Concud (*H. concudense concudense*) en los cuatro primeros y una forma con mayor hipsodoncia y gracilidad que fue descrita por Sondaar en 1961 con el nombre de *H. concudense aguirrei* en Los Mansuetos. El Turolense superior, periodo de diversificación de los hippariones turolenses, está caracterizado por la asociación típica de *H. gromovae* e *H. periafricanum* acompañados en los yacimientos del área de Teruel, exceptuando el yacimiento Rambla de Valdecebro 3, por *H. primigenium*. Así sucede en los yacimientos de Búnker de Valdecebro, Milagros, El Arquillo, Rambla de Valdecebro 0 y Las Casiones.

Las formas de Teruel, *H. concudense*, *H. gromovae* e *H. periafricanum* parecen relacionarse formando una gradación evolutiva, como se demuestra con algunos caracteres morfológicos y biométricos: disminución progresiva de la talla, simplificación de las figuras de abrasión de esmalte y aumento de la hipsodoncia y gracilidad (ALBERDI, 1978), que caracterizan a los hippariones turolenses que se extienden hasta Andalucía apareciendo, también, en algunos yacimientos levantinos. Los representantes pliocenos del género han sido estudiados recientemente por ALBERDI & ALCALÁ (1999).

## OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es la caracterización, tanto morfológica como biométrica, de las dos especies típicas endémicas españolas muy abundantes en el registro del Turolense superior: *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum*. Para ello se ha elegido el yacimiento de Las Casiones en la cuenca de Teruel que tiene gran abundancia de material perteneciente a estas dos formas. Para un estudio comparativo, se ha incluido además material de otras localidades situadas en esta misma cuenca: Cerro de la Garita, Milagros y El Arquillo.

Con los caracteres morfológicos y biométricos deducidos, se intentará buscar una relación evolutiva entre las formas de *Hipparion* del Turolense medio y Turolense superior en la cuenca de Teruel y así intentar relacionar filogenéticamente *Hipparion concudense*, única especie registrada durante el Turolense medio en esta cuenca, con *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum*, asociación típica de el Turolense superior.

Por último, se propondrá un análisis paleoecológico a partir de caracteres morfológicos observados en las especies de *Hipparion* analizadas. Se contrastará con los resultados inferidos por otros autores, que utilizan el conjunto de los taxones registrados en las asociaciones estudiadas en este trabajo.

## EL YACIMIENTO PALEONTOLÓGICO DE LAS CASIONES (VILLALBA BAJA, TERUEL)

El yacimiento de Las Casiones está situado en el barranco del mismo nombre, localizado entre las poblaciones de Celadas y Villalba Baja (Teruel). Perteneció al término municipal de Villalba Baja, siendo sus coordenadas 1 3' 58" O y 40 26' 10" N. Concretamente, según consta en el catastro correspondiente, se halla en la parcela 329 del polígono 802, propiedad de D. David Herrero Gorbe, quien ofreció su total colaboración durante los trabajos paleontológicos desarrollados en su terreno. Según el Sr. Herrero, se conocía la presencia de huesos en su parcela -llamada por este motivo "Rincón de las Maravillas"- desde hace más de 30 años. El lugar fue excavado con intensidad por dos coleccionistas de Teruel, quienes custodian en sus domicilios colecciones muy importantes obtenidas fundamentalmente a finales de los años ochenta, resultando infructuosas las numerosas

gestiones que se han realizado para que se custodien en las debidas condiciones de conservación y acceso público. En los últimos años, un equipo del Museo Nacional de Ciencias Naturales, dirigido por el Dr. Luis Alcalá Martínez tomó la decisión de realizar excavaciones para cumplir diferentes objetivos. Uno de ellos se aborda con detalle en este trabajo: descripción del esqueleto postcranial del *Hipparion* de menor talla que se conoce, *Hipparion periafricanum* (en Las Casiones se han encontrado seis metápodos completos de esta especie, únicos registrados hasta el momento en todo el mundo), así como de *Hipparion gromovae*, también de talla pequeña.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

El yacimiento de Las Casiones se sitúa en la fosa neógena de Teruel, una estructura situada en la Cordillera Ibérica que se extiende, con una anchura media de unos 15 km, a lo largo de unos 100 km en sentido NNE-SSW, desde la zona de Alfambra al N a los alrededores de Mira al S, cerca de las estribaciones septentrionales de la Cuenca del Cabriel. La Fosa de Teruel constituye una depresión individualizada y conectada a la depresión del Jiloca, configurada ésta en una época más reciente.

La Fosa de Teruel está relacionada fundamentalmente con la extensión ligada al fenómeno de *rifting* terciario del Mediterráneo occidental y áreas conexas que originó diversas cuencas con relleno marino y/o continental (VEGAS *et al.*, 1979; ANADÓN *et al.*, 1989; ROCA, 1996; GUIMERA, 1997). La estructura general de la cuenca es la de un *semigraben* con las fallas principales localizadas en su parte oriental.

El relleno de la cuenca, con un espesor de hasta más de 500 m (MOISSENET, 1983; ANADÓN & MOISSENET, 1996), abarca desde el Aragoniense inferior (zona de Libros-Ademuz; ADROVER *et al.*, 1978) hasta el Plioceno superior (zona de Alfambra-Concud; MEIN *et al.*, 1983). Durante el Plioceno superior se inicia el paso a condiciones plenamente exorreicas. Los materiales más antiguos bien caracterizados se localizan en la parte meridional de la fosa (sector de Ademuz-Mira), donde existe una sucesión de materiales aluviales y lacustres que abarca desde el Aragoniense inferior al Plioceno (ADROVER *et al.*, 1978). En la zona central y septentrional de la cuenca, los materiales más antiguos bien datados son de edad Vallesiense, y el registro sedimentario alcanza hasta el Plioceno superior (MEIN *et al.*, 1983). Por otra par-

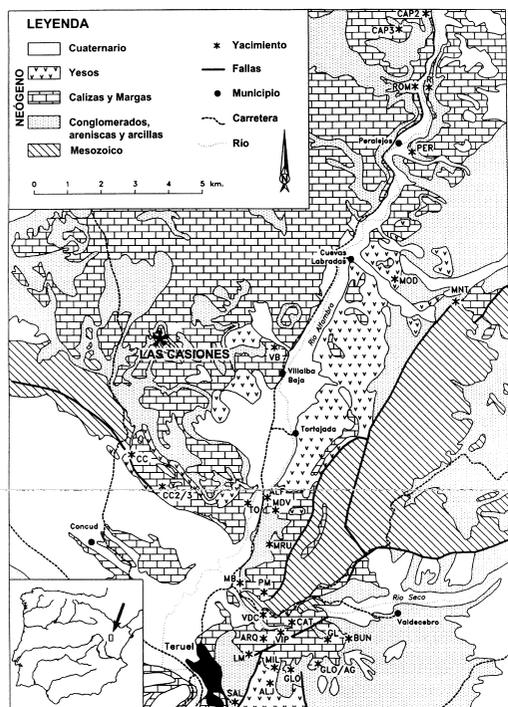


Figura 1: Mapa geológico esquemático de la parte norte de la Fosa de Teruel con la posición de los yacimientos paleontológicos (modificado de VAN DAM, 1997).

Figure 1: Schematic geologic map of the northern part of the Teruel basin with the paleontological localities (modified of VAN DAM, 1997).

te, SIMÓN (1983) considera dos unidades principales, o ciclos, en el relleno de la fosa de Teruel: uno inferior, localizado en la zona de Ademuz ("cuenca de Ademuz") y uno superior, a partir del Aragoniense superior? - Vallesiense, durante el que se generalizó la sedimentación a casi todo el ámbito geográfico de la fosa.

La Fosa de Teruel ha suscitado desde antiguo un gran interés, debido en gran parte a la abundancia de yacimientos de vertebrados (ver síntesis en ADROVER & ALCALÁ, 1991; Alcalá, 1994). Por ello destaca la gran abundancia de trabajos sobre paleontología de mamíferos y bioestratigrafía basada en ellos. En menor número, aunque cada vez más abundantes, existen trabajos sobre la litoestratigrafía, sedimentología y estructura de los depósitos de relleno de esta fosa; entre las síntesis más recientes se encuentran las presentadas por Alcalá *et al.*, 1997, 1999; Alonso-Zarza y Calvo, 2000).

La sucesión litoestratigráfica general del Neógeno sector norte de la Fosa de Teruel está constituida por facies detríticas en la base que son sucedidas por sedimentos carbonatados y, en algunos casos, evaporíticos. Las facies detríticas se originaron en un sistema de abanicos aluviales en el que se diferencian ambientes de depósito de zonas tanto proximales como intermedias y distales; las llanuras lutíticas de estas últimas conectarían con los medios lacustres someros y palustres donde se depositaron las facies carbonatadas y evaporíticas (ALCALÁ *et al.*, 1994).

Un recorrido a lo largo del valle del río Alfambra permite observar las variaciones de facies del Neógeno subhorizontal en sentido sur-norte. A partir del Barranco Salobre, en las cercanías de Tortajada, la serie general detrítica-carbonatada pasa a estar compuesta por yesos, disposición que prosigue hasta Villalba Baja. Más hacia el norte, los yesos son sustituidos progresivamente por margas y margocalizas. Al norte de Peralejos (Masía de la Roma), la serie es enteramente calcárea y algunos kilómetros más al norte tiene lugar un importante cambio de facies: las arcillas rojas reaparecen en la base de la serie, ganando en importancia a medida que las calizas terminales disminuyen su espesor hasta desaparecer en los alrededores de Alfambra.

En este sector se encuentra la mayor parte de los yacimientos de mamíferos neógenos conocidos en la Fosa de Teruel (fig. 1). El rango temporal que determinan comienza en el Vallesiense inferior; la edad más reciente conocida en el registro neógeno corresponde al Villafranchiense basal de Escorihuela. Entre ambos límites temporales se desarrolla una sedimentación aparentemente continua, sin que el límite Mio-Plioceno esté definido por interrupciones sedimentarias (ADROVER *et al.*, 1978). No obstante, los trabajos actualmente en curso permiten proponer la existencia de algunos hiatos (KRIJGSMAN *et al.*, 1996; GARCÉS *et al.*, 1997). Los yacimientos del Plioceno asociados al ciclo de colmatación neógeno (Orrios, Villalba Alta...) se encuentran siempre en el borde oriental de la fosa, lo que parece indicar que una sedimentación margocaliza residual habría persistido hasta hace menos de cuatro millones de años en las depresiones subsidentes originadas por las reactivaciones de las fallas de borde.

#### Bioestratigrafía

Varias localidades fosilíferas turolenses son de extrema importancia por haber servido de base para

la definición de dos pisos del Neógeno continental de ámbito mediterráneo, el Alfambriense (MOISSENET *et al.*, 1990) y el Turoliense propuesto por Crusafont en el año 1965. La sección de Los Mansuetos constituye su estratotipo (CALVO *et al.*, 1999). MEIN (1975) propuso una división biocronológica del Neógeno mediterráneo establecida a partir de los mamíferos (Escala de mamíferos neógenos continentales). El Turoliense, según esta escala comprende tres unidades: MN11 correspondiente al Turoliense inferior, MN 12 al Turoliense medio y MN13 al Turoliense superior. Dos yacimientos situados en las cercanías de la ciudad de Teruel se han propuesto como faunas de referencia para dos de estas unidades (MEIN, 1990, BRUIJN *et al.*, 1992): Los Mansuetos (MN 12) y El Arquillo (MN 13).

VAN DE WEERD (1976) propuso una escala bioestratigráfica local que subdivide el Turoliense en tres acrozonas sobre la base de los múridos. Esta zonación del Turoliense fue refinada posteriormente por MEIN (1990), quien propuso la subdivisión tripartita de la zona correspondiente al Turoliense superior de VAN DE WEERD (1976).

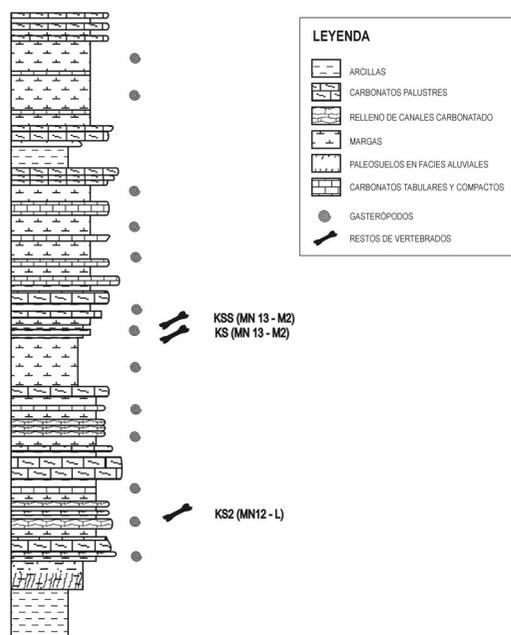


Figura 2: Columna estratigráfica correspondiente a la sección de Las Casiones (modificado de VAN DAM, 1997).

Figure 2: Stratigraphic column for the Las Casiones section (modified from VAN DAM, 1997).

Recientemente VAN DAM (1997) propone una nueva nomenclatura para dichas zonas, con el fin de homogeneizar la nomenclatura de las biozonas utilizadas en el Turoliense con las del Ramblense-Aragonesense (DAAMS & FREUDENTHAL, 1981): zona K, que se corresponde con la unidad MN 11 de la escala de mamíferos neógenos, zona L con la unidad MN12 y zonas M1, M2 y M3 correspondientes a la unidad MN 13.

El yacimiento de Las Casiones consiste en un conjunto de niveles lacustres del Mioceno superior, compuestos fundamentalmente por arcillas verdes y negras, con intercalaciones ocasionales de arenas finas (fig. 2). En ellos se ha obtenido una abundantísima fauna de mamíferos de características coincidentes con las del yacimiento clásico de El Arquillo, de edad Turoliense superior (Mioceno superior continental), concretamente, a la zona MN 13 de mamíferos neógenos continentales (MEIN, 1990; BRUIJN *et al.*, 1992) y a la subzona M2 de VAN DAM (1997), caracterizada por el intervalo comprendido entre la salida de *Castromys inflatus* y la entrada de *Paraetomys miocaenicus*. Según este mismo autor, se puede asignar una edad absoluta de 6,1 Ma para este yacimiento, para lo cual se fundamenta en el hecho de que la posición bioestratigráfica del mismo está comprendida entre BUN 4-5 (subzona M1, de la sección del Búnker de Valdecebro, Teruel, calibrados magnetoestratigráficamente en 6,3 Ma) y Venta del Moro (cuenca del Cabriel, M3, asumiendo su edad en torno a 6 Ma, OPDYKE *et al.*, 1997).

El yacimiento se sitúa en el contexto de una serie carbonatada que se interpreta como perteneciente a depósitos lacustres muy someros, eventualmente desecados o anegados en ocasiones por depósitos de llanura fangosa.

#### CARACTERÍSTICAS DE LA ASOCIACIÓN FÓSIL

Durante los años 1993 y 1994 se llevó a cabo la excavación del yacimiento, materializada en una cuadrícula de 7 m de largo por 2 m de ancho, más un anexo de 3 m<sup>2</sup>. Los trabajos se desarrollaron según el método tafonómico propuesto por ALCALÁ (1994), que también está siendo aplicado a otros yacimientos del Neógeno español. En el transcurso de los trabajos, se excavaron completamente un nivel de arcillas negras y otro nivel inmediatamente inferior, compuesto por arcillas verdes con pequeños lentejones de arenas, recuperándose más de 2000 macromamíferos

en total. La mayor parte de los fósiles de *Hipparion*, así como del resto de macromamíferos, procede del nivel inferior. Además, se muestrearon 2250 kg de sedimento para la obtención de micromamíferos, así como 250 kg de Las Casiones Superior y 100 kg de Las Casiones 2 (ver más adelante detalles acerca de estos niveles). Tras las correspondientes labores de tamizado y triado se han identificado 2907 dientes de micromamíferos.

La fauna de macromamíferos determinada en Las Casiones está compuesta mayoritariamente por los perisodáctilos correspondientes al género *Hipparion*, el macromamífero más frecuente en el Mioceno de la Fosa de Teruel. Abundan especialmente los restos de las especies más pequeñas del género: *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum*. Esta última es muy poco frecuente en el registro fósil, considerándose una especie endémica de España (donde también es muy escasa); la caracterización del material de *Hipparion* recuperado constituye el objetivo fundamental del presente trabajo.

Los artiodáctilos están bien representados por un bóvido de gran talla *Tragoptax* sp., y por dos especies de cérvidos, que se han registrado en una cantidad mucho menor. Los carnívoros, como es habitual en este tipo de asociaciones, presentan proporciones bajas. No obstante, se han registrado algunos hallazgos interesantes, como la presencia de dos pequeños félidos y, como resultado del tamizado de sedimentos que se produjo con posterioridad a la excavación, varios mustélidos de pequeña talla, que resultan una novedad en el conocimiento de la asociación fósil.

Hasta el momento se ha publicado la siguiente información acerca de los fósiles de Las Casiones:

- Micromamíferos en general: VAN DAM (1997).
- *Hystrix primigenia*: ALCALÁ & MONTOYA (1998a).
- Macromamíferos en general: ALCALÁ (1994).
- *Plesiogulo monspessulanus*: ALCALÁ *et al.* (1994).
- *Hexaprotodon crusafonti*: ALCALÁ & MONTOYA (1998b).
- *Lartetotherium schleiermacheri*: CERDEÑO (1989 y 1989-1990).

En cuanto a los elementos anatómicos más frecuentemente registrados, hay que señalar la abundancia de dientes aislados, que abarcan más de la mitad del total de restos recuperados identificados. Entre el

resto de los elementos identificados, destacan los pequeños elementos del autópedo, representados fundamentalmente por huesos del carpo y del tarso. En cuanto a los demás componentes esqueléticos, solamente se registran presencias minoritarias de elementos –generalmente fragmentarios– del esqueleto axial, cinturas, estilópodos y zeugópodos. Esta representación de restos óseos permite proponer la existencia de procesos de alteración diferencial durante la etapa bioestratigráfica de la fosilización; es decir, la concentración de los elementos esqueléticos más resistentes a la meteorización indica que Las Casiones contiene una asociación de restos de mamíferos muy modificada tafonómicamente en cuanto a la representación anatómica de los mamíferos.

Los mamíferos determinados hasta el momento en Las Casiones son según (ALCALÁ, 1994; ALCALÁ *et al.*, 1994; FRAILE *et al.*, 1997; VAN DAM, 1997; ALCALÁ & MONTOYA, 1998a y datos inéditos):

#### Orden Rodentia

##### Familia Muridae

*Stephanomys ramblensis*  
*Apodemus gudrunae*  
*Occitanomys alcalai*  
 cf. *Rhagapodemus* sp.

##### Familia Cricetidae

*Ruscinomys schaubi*  
*Cricetus* cf. *C. kormosi*  
*Blacnomys sanzi*

##### Familia Gliridae

*Eliomys truci*

##### Familia Castoridae

*Dipoides problematicus*

##### Familia Hystricidae

*Hystrix primigenia*

#### Orden Insectivora

##### Familia Erinaceidae

*Galerix* sp.

##### Familia Talpidae

*Desmanella* sp.

*Talpa* sp.

*Archaeodesmana* sp.

##### Familia Soricidae

*Paenelimoecus* sp.

*Blarinella* sp.

*Amblycoptus jessiae*

#### Orden Chiroptera

##### Familia Vespertilionidae

Vespertilionidae indet.

#### Orden Lagomorpha

##### Familia Ochotonidae

*Prolagus* sp.

#### Orden Carnivora

- Familia Ursidae  
*Agriotherium* cf. *A. robustum*
- Familia Mustelidae  
*Plesiogulo monspessulanus*  
*Baranogale adroveri*  
*Mustela* sp.  
 Mustelidae indet. aff. *Sabadellictis*
- Familia Hyaenidae  
*Plioviverrops* cf. *P. guerini*  
*Thalassictis hipparionum*
- Familia Felidae  
*Paramachairodus* aff. *P. orientalis*  
*Amphimachairodus giganteus*  
*Felis attica*  
*Felis* sp.
- Orden Artiodactyla
- Familia Hippopotamidae  
*Hexaprotodon crusafonti*
- Familia Bovidae  
*Tragoportax* sp.  
 Boselaphini indet. 1  
 Boselaphini indet. 2
- Familia Cervidae  
*Pliocervus* aff. *P. matheroni*  
*Pliocervus turolensis*
- Orden Perissodactyla
- Familia Equidae  
*Hipparion primigenium*  
*Hipparion gromovae*  
*Hipparion periafricanum*
- Familia Rhinocerotidae  
*Lartetotherium schleiermachersi*
- Orden Hyracoidea
- Familia Pliohyracidae  
*Pliohyrax* cf. *P. graecus*
- Orden Proboscidea
- Familia Gomphotheriidae  
*Tetralophodon longirostris*
- Familia Mastodontidae  
*Zygotophodon turicensis*

Actualmente, están en fase de estudio los taxones más relevantes recuperados y se tiene prevista la realización de un estudio tafonómico del conjunto de fósiles de vertebrados obtenidos. Con respecto a los objetivos que motivaron los proyectos de excavación, cabe señalar que, además de la consecución de parte de los objetivos propiamente paleontológicos, se consiguió evitar el acceso al yacimiento, tremendamente afectado por la actividad de los coleccionistas, que habían abierto un frente de 28 m, dado que con posterioridad a cada una de las campañas se cubrió completamente con sedimentos, imposibilitando el acceso al nivel fosilífero sin utilización de maquinaria. No obstante, algunos de los aspectos de interés toda-

vía precisarán de nuevas excavaciones para ser determinados; por ejemplo, en estas campañas no se han conseguido nuevos fósiles de hipopótamo ni de hira-coideo.

#### OTROS YACIMIENTOS EN LA SERIE DE LAS CASIONES

Además del yacimiento de Las Casiones, se han localizado otros dos niveles fosilíferos en la misma sección:

- Las Casiones Superior (KSS), prácticamente de la misma edad (VAN DAM & WELTJE, 1999, la estiman en 6,05 Ma), está situado unos 40 cm por encima de Las Casiones, y registra menor riqueza en contenido en macromamíferos y algunas variaciones en los mismos. Así, el *Paramachairodus* puede atribuirse claramente a la especie *P. orientalis* y el cérvido registrado no pertenece al género registrado en Las Casiones. Asimismo, hay algunas diferencias en el contenido y proporciones de los taxones de micromamíferos; éstos son (VAN DAM, 1997): *Stephanomys ramblensis*, *Apodemus gudrunae*, *Occitanomys alcalai*, *Ruscinomys schaubi*, *Cricetus* cf. *C. kormosi*, *Eliomys truci*, *Galerix* sp., *Desmanella* sp., *Talpa* sp., *Archaeodesmana* sp., *Paenelimnoecus* sp., *Blarinella* sp., *Vespertilionidae* indet. y *Prolagus* sp.

- Las Casiones 2, situado bastante por debajo en la sucesión estratigráfica. Únicamente se han encontrado micromamíferos hasta el momento en este delgado nivel, que indican una edad MN 12 de mamíferos neógenos continentales (MEIN, 1990; BRUIJN *et al.*, 1992) y la zona L de VAN DAM (1997). El escaso contenido faunístico recuperado en un muestreo, suficiente para determinar su edad es el siguiente (VAN DAM, 1997): *Occitanomys adroveri* y *Prolagus* sp.

## MATERIAL Y METODOLOGÍA

### MATERIAL

Este trabajo se ha llevado a cabo con el material fósil perteneciente al género *Hipparion* recuperado por un equipo del Museo Nacional de Ciencias Naturales en el yacimiento de Las Casiones. Se encuentra depositado temporalmente en el Museo Nacional de Ciencias Naturales, aunque su destino final será indicado por el Gobierno de Aragón. Se han caracteriza-

do 3 especies en un total de 1945 restos craneales y 349 postcraneales, aunque el número de restos recuperados, pertenecientes a este género, es bastante superior. Esto es debido a que gran parte de ellos están bastante deteriorados y por tanto se considera que tan solo con las medidas de los mejor preservados tenemos una muestra lo suficientemente representativa para un estudio morfométrico y morfológico completo. La relación de ejemplares estudiados, según elementos anatómicos es la siguiente:

- Dentición: 486 I, 16 C, 44 D<sup>2</sup>, 163 D<sup>3-4</sup>, 58 P<sup>2</sup>, 199 P<sup>3-4</sup>, 183 M<sup>1-2</sup>, 67 M<sup>3</sup>, 45 D<sub>2</sub>, 113 D<sub>3-4</sub>, 87 P<sub>2</sub>, 178 P<sub>3-4</sub>, 221 M<sub>1-2</sub>, 85 M<sub>3</sub>.

- Elementos del esqueleto postcraneal: 6 húmeros, 2 radios, 15 escafoides, 11 semilunares, 5 piramidales, 3 pisiformes, 6 trapezoides, 9 magnum, 15 metacarpianos III, 11 metacarpianos II/IV, 8 tibias, 24 naviculares, 12 gran cuneiformes, 22 cuboides, 11 calcáneos, 61 astrágalos, 44 1ª falange III, 30 1ª falange II/IV, 39 2ª falanges III, 12 2ª falanges II/IV, 2 3ª falanges II/IV.

El material de comparación utilizado proviene de tres yacimientos de mamíferos neógenos situados en la Fosa de Alfambra-Teruel: Milagros, El Arquillo y Cerro de la Garita (Concud), de características similares con las asociaciones faunísticas del yacimiento de Las Casiones. El material recuperado de dichos yacimientos contiene gran cantidad de ejemplares del género *Hipparion*, cuyos fósiles pertenecen a las colecciones de paleontología de vertebrados conservadas en el Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC).

El primero de ellos, el yacimiento de Milagros, se encuentra en la vertiente meridional del cerro Mansueto, aproximadamente a 2 Km. al este de Teruel, su edad es Turoliense superior (MN 13) y se han descrito en él dos especies pertenecientes al género *Hipparion*, *Hipparion* cf. *H. primigenium* (MEYER, 1829) e *Hipparion gromovae* (VILLALTA & CRUSAFONT, 1957), ambos estudiados por ALCALÁ (1992, 1994). En el yacimiento de Milagros se han estudiado un total de 373 piezas, 194 craneales y 179 postcraneales pertenecientes a las dos especies citadas.

El Arquillo es un yacimiento situado a 2 Km al noreste de Teruel, en la vertiente septentrional del cerro de Santa Bárbara; su asociación faunística indica una edad Turoliense superior (MN 13) y en ella se registran 4 especies del género *Hipparion*: *Hipparion primigenium* (MEYER, 1829); *Hipparion concudense*

(PIRLOT, 1956); *Hipparion gromovae* (VILLALTA & CRUSAFONT, 1957) e *Hipparion periafricanum* (VILLALTA & CRUSAFONT, 1957). Este material ha sido estudiado por VILLALTA y CRUSAFONT (1957); SONDAAR (1961); FORSTEN (1968); ALBERDI (1974a y 1978) y ADROVER *et al.* (1986). El material de comparación escogido pertenece tanto a dentición como a esqueleto apendicular; se han medido un total de 128 piezas.

Por último, el yacimiento de Cerro de la Garita está situado a unos 3,5 Km. al norte de la localidad de Concud, su asociación faunística indica edad Turoliense medio (MN 12) y se ha señalado entre su fauna tan solo una especie de *Hipparion*, *Hipparion concudense* (PIRLOT, 1956) estudiado y descrito por SOONDAAR (1961); FORSTEN (1968 y 1979); ALBERDI (1974a) y ADROVER *et al.* (1986). De este yacimiento solo se han medido 35 piezas de la dentición y 68 del esqueleto postcraneal utilizadas en los análisis estadísticos empleados.

Además del material indicado anteriormente, en el caso de El Arquillo y Cerro de la Garita se ha utilizado también, como material de comparación para descripciones morfológicas, gran cantidad de piezas dentarias que forman parte de las extensas colecciones que de estos dos yacimientos se conservan en el Museo Nacional de Ciencias Naturales.

#### METODOLOGÍA

El material fósil del yacimiento de Las Casiones, estudiado para la realización de este trabajo, fue recuperado durante las campañas de excavación llevadas a cabo por un equipo de investigación del Museo Nacional de Ciencias Naturales en los años 1993 y 1994 y algunos restos recuperados en una campaña de prospección paleontológica en la Fosa de Alfambra-Teruel en septiembre de 1996. Durante la campaña de 1993 se instaló una cuadrícula de 7 m de largo por 2 m de ancho, más un anexo de 2 m<sup>2</sup>, cuyo muestreo completo hizo necesaria una nueva campaña en 1994 debido a la gran cantidad de fósiles por unidad de superficie. Los trabajos se desarrollaron según el método tafonómico propuesto por ALCALÁ (1994), que está siendo también aplicado a otros yacimientos del Neógeno español.

- *Toma de medidas*: En el estudio de las 3 especies fósiles del género *Hipparion* que encontramos en el yacimiento de Las Casiones se han utilizado tanto

caracteres morfológicos como morfométricos. Tanto la nomenclatura como las medidas se han tomado siguiendo las recomendaciones de la “*Hipparion Conference*”, celebrada en Nueva York en 1981 (EISENMANN *et al.* 1988), exceptuando las medidas de los huesos carpales y tarsales en los que se ha seguido el modelo que utiliza CERDEÑO (1989) para los mismos huesos en otra familia de Perisodáctilos, la familia Rhinocerotidae.

- *Dentición*: Tanto en dientes superiores como en inferiores es muy importante tener en cuenta el grado de desgaste de la corona, debido a que son dientes muy hipsodontos y varían considerablemente tanto las medidas tomadas en la superficie oclusal como la morfología, según lo hace este parámetro. Por ello se toma la clasificación de grados de desgaste propuesta por ALBERDI (1972,1974a), agrupándolos en seis estados de 10 mm cada uno. El primer estado, germen (ger) corresponde a todos aquellos dientes con escaso o nulo desgaste, sin las figuras de abrasión formadas, correspondiente a piezas con más de 50 mm de altura; el estado I son dientes poco gastados con una altura entre 40 y 50 cm; el II corresponde a alturas comprendidas entre 30 y 40 mm; el III entre 20 y 30 mm; el IV entre 10 y 20 mm y el V son piezas con las figuras de desgaste prácticamente perdidas (suelen tener menos de 10 mm de altura). Estas medidas son generales pues estos límites deben ser determinados específicamente en cada población o en cada especie, tomando la media de las alturas y dividiéndolas en seis intervalos significativos para cada uno de estos grupos. Para comparaciones morfológicas se han eliminado los estados de desgaste germen y V pues las diferencias entre los grupos no son significativas.

- *Dentición superior*: se han tomado las medidas propuestas por Eisenman *et al.* 1988, más la longitud y la anchura a 1 cm de la base de la corona pues, como se ha dicho anteriormente, la variación en las dimensiones según el grado de desgaste es muy significativa y de este modo al menos estas dos medidas pueden considerarse correctas independientemente del desgaste del diente.

- *Dentición inferior*: se han tomado igualmente las 5 medidas propuestas por Eisenman *et al.* 1988, más la longitud y anchura a 1 cm de la base de la corona.

- *Índice de hipsodoncia*: los dientes de *Hipparion* son muy hipsodontos y este índice varía entre unas

especies y otras. Se calcula dividiendo la altura de la corona (H) entre la longitud mesiodistal del diente (L). Este índice se calcula en PP3-4 y en MM1-2 tanto superiores como inferiores.

- *Esqueleto postcraneal*: se han medido un total de 683 huesos o fragmentos de hueso considerados significativos para la caracterización morfométrica de las especies estudiadas. Así han quedado a un lado elementos como vértebras, costillas, sesamoideos, rótulas, etc..., que no presentan diferencias significativas en los diferentes grupos. Esta consideración es válida también para algunos fragmentos craneales que o bien no son suficientemente significativos (p.e. fragmentos de hueso petroso) o no están completos (fragmentos mandibulares). Las medidas, como ya se ha explicado, siguen las indicaciones de la “*Hipparion Conference*” (EISENMAN *et al.* 1988) a excepción de algunos elementos del carpo y tarso. Además se ha calculado el índice de robustez en los metápodos III, estudiado por HUSSEIN (1971), con el que se obtiene la mayor o menor gracilidad de los huesos largos.

- *Índice de gracilidad*: se calcula dividiendo la anchura (A) de la diáfisis entre la longitud total del metápodo (L); el valor obtenido se multiplica por 100.

Con las medidas tanto de la dentición como del esqueleto postcraneal se han elaborado unas tablas en las que se cuantifica el número de muestras y las medidas máximas, mínimas y medias.

- *Estimación del peso corporal*: para la estimación del peso corporal de dos de las tres especies de *Hipparion* halladas en el yacimiento, se ha aceptado que cualquier modificación en la talla de un animal da lugar a modificaciones en las medidas de algunas partes del esqueleto postcraneal en proporciones iguales.

Siguiendo este razonamiento aplicamos la ecuación propuesta por GOULD (1972,1974):

$$r = a \cdot x^b$$

en términos logarítmicos:

$$\ln r = \ln a + b \ln x$$

donde r es el peso corporal, x es la dimensión del esqueleto postcraneal que vayamos a utilizar y, a y b son las constantes calculadas para esa dimensión.

Siguiendo el método propuesto por ALBERDI *et al.* (1995) para estimación de peso corporal en caballos actuales, se ha utilizado la medida 5 de la falan-

ge III ya que según estos autores la estimación del peso con esta variable resulta más precisa.

- *Análisis multivariantes*: con los datos obtenidos se ha realizado un análisis multivariante utilizando dos tipos de análisis, análisis de componentes principales (ACP) y análisis discriminante (AD). Las medidas utilizadas se han tomado teniendo en cuenta los elementos que estaban mejor representados; estos son metápodos, astrágalos y 1ª falanges III. El análisis de componentes principales ayuda a agrupar los restos de *Hipparion* hallados en el yacimiento de Las Casiones y permite compararlos con otros *Hipparion* de los yacimientos que se han escogido como material de comparación. En el análisis discriminante se han agrupado los especímenes con mayor similitud de las diferentes localidades para corroborar la validez de las especies estimadas. Los cálculos han sido realizados con la aplicación informática SPSS 9.0.

- *Paleoecología*: la metodología empleada en el capítulo de paleoecología sigue las propuestas realizadas por EISSENMAM (1984, 1985, 1995), que utiliza el índice de gracilidad y las relaciones entre distintas dimensiones de McIII y MtIII del género *Hipparion* como indicadores climáticos. Se han realizado, además, dos diagramas de relación de Simpson con las medidas de las principales dimensiones de los McIII y MtIII de los yacimientos estudiados; estos diagramas se utilizan para comparar gráficamente la relación relativa entre dimensiones absolutas de un número de animales o grupo de animales (SIMPSON, 1941, 1963).

#### ABREVIATURAS

##### - Yacimientos

ARQ: El Arquillo; CG: Cerro de la Garita (Concud); ML: Milagos; KS: Las Casiones

##### - Otros términos utilizados

ACP: Análisis de componentes principales; AD: Análisis discriminante; Apref.: Parte anterior de la prefoseta; Aposf.: Parte anterior de la postfoseta; Ant.: Anterior; Dpref.: Parte posterior de la prefoseta; Dposf.: Parte anterior de la postfoseta; Fig.: Figura; I.G.: Índice de gracilidad; indet.: Indeterminado; McIII: Metacarpiano tercero; MtIII: Metatarsiano tercero; M<sub>x</sub>: Molar inferior; M<sup>x</sup>: Molar superior; MM: Serie molar M1-M3; máx.: Máximo; mín.:

Mínimo; N: Número de ejemplares; P<sub>x</sub>: Premolar inferior; P<sup>x</sup>: Premolar superior; PP: Serie premolar P2-P4; X: Media; 1FIII: 1ª falange central; 1F II/IV: 1ª falange lateral; 2FIII: 2ª falange central; 2F II/IV: 2ª falange lateral; 3FIII: 3ª falange central; 3F II/IV: 3ª falange lateral.

## SISTEMÁTICA

DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LOS RESTOS DE *HIPPARION* PRESENTES EN EL YACIMIENTO DE LAS CASIONES.

En el yacimiento de Las Casiones hay representadas tres especies distintas del género *Hipparion*. La primera de ellas representa a un *Hipparion* de talla grande del que solo se han hallado dos piezas del esqueleto postcraneal: una segunda falange lateral y un fragmento distal de tibia. El segundo grupo corresponde a un *Hipparion* de talla media-pequeña del cual hay abundante material, tanto craneal como postcraneal. Por último, un tercer grupo de *Hipparion* de pequeño tamaño está también muy bien representado en el yacimiento.

Orden Perissodactyla OWEN, 1848  
Infraorden Hippomorpha WOOD, 1937  
Superfamilia Equoidea GRAY, 1825  
Familia Equidae GRAY, 1825  
Género *Hipparion* CHRISTOL, 1832

*Hipparion primigenium* MEYER, 1829

**Holotipo**: carece.

**Lectotipo**: serie derecha fragmentaria. V. MEYER (1832): Tab. XXX-XXXI, fig. 17, 18 y 19 (FORSTEN 1968, p. 15).

**Localidad tipo**: Eppelsheim, Condado de Hesses, Alemania.

**Nivel tipo**: Vallesiense.

**Diagnosis**: FORSTEN (1968, p. 15).

**Material estudiado**: una 2ª falange lateral y un fragmento distal de tibia.

**Descripción**: La característica fundamental del material hallado en el yacimiento de Las Casiones y asignado a la especie *Hipparion primigenium*, es su gran tamaño. No se puede dar una descripción morfológica exhaustiva de los dos únicos huesos hallados, debido a que solo se ha encontrado un fragmen-

to distal de tibia (KS-1243) y una segunda falange lateral completa (KS-2309), cuyas características son comunes con el resto de las especies pertenecientes al género *Hipparion* y cuya única característica determinante para incluirlo dentro de la especie *primigenium* es su tamaño (ALBERDI, 1972; ALBERDI 1974a; FORSTEN, 1968; FORSTEN, 1982; FORSTEN, 1985).

*Hipparion gromovae* VILLALTA & CRUSAFONT, 1957

**Holotipo:** carece.

**Lectotipo:** radio completo (n° F.57), depositado en el Instituto Paleontológico de Sabadell, propuesto por FORSTEN (1968, p. 40) y figurado por ALBERDI (1974) Lámina 2, núms.:1 y 2, aunque fue descrito anteriormente por SONDAAR (1961, p. 243).

**Localidad tipo:** El Arquillo (Valdecebro II o Arquillo de la Fontana), Teruel, España.

**Nivel tipo:** Turolense superior, zona MN 13.

**Diagnosis:** VILLALTA & CRUSAFONT (1957, p.69), con la subsanación de SONDAAR (1961, p. 244).

**Material estudiado:** 30 P<sup>2</sup>, 97 P<sup>3-4</sup>, 101 M<sup>1-2</sup>, 33 M<sup>3</sup>, 54 P<sub>2</sub>, 103 P<sub>3,4</sub>, 122 M<sub>1,2</sub>, 40 M<sub>3</sub>, 5 húmeros, 2 radios, 11 escafoides, 9 semilunares, 3 piramidales, 3 pisiformes, 4 trapezoides, 7 magnum, 10 Mc III, 11 Mc II/IV, 8 IFIII anteriores, 5 tibias, 19 naviculares, 12 gran cuneiformes, 20 cuboides, 8 calcáneos, 48 astrágalos, 17 Mt III, 30 Mt II/IV, 18 IFIII posteriores, 22 IFII/IV, 25 2FIII, 11 2FII/IV, 1 3FIII y 2 3FII/IV.

**Descripción:** Los dientes superiores se caracterizan por su tamaño medio-pequeño y un plegamiento del esmalte medio; el protocono tiene forma lenticular y con una pequeña muesca en los ejemplares con menor grado de desgaste, haciéndose más redondeado con el desgaste y pudiendo llegar a unirse con el protolofo en premolares en estados de desgaste muy avanzado; en los molares nunca llega a unirse. La prefoseta y la postfoseta no son confluyentes, exceptuando un P<sup>2</sup> (KS-923) muy poco gastado (45 mm) en el que se encuentran unidas, en algunos premolares (5 P<sup>3-4</sup>) la prefoseta está abierta en su borde posterior quedando aislado el protolofo del metalofo, el plegamiento de las fosetas es medio (Apref.: 0-8 Moda:4; Dpref.: 1-10 Moda:5; Aposf.: 1-7 Moda: 3; Dposf.: 0-3 Moda: 1); pliegue caballino varía entre 1 y 4 con moda en 1 en premolares, en molares varía entre 1 y 2 con moda en 1, siendo doble en algunos ejemplares (3 del total); parastilo con una pequeña

constricción en la mayoría de los ejemplares y mesostilo más desarrollado en premolares que en molares con una pequeña constricción en algunos premolares (19 del total) (lámina 1).

En los dientes inferiores, los premolares son, en general, más robustos que los molares. El esmalte es liso con lazo oval redondeado, siendo en germen y en un desgaste I un poco más anguloso y con rizo interno ligeramente más desarrollado. Linguafléxico muy marcado y profundo en forma de "V" tanto en molares como en premolares; ectofléxico muy desarrollado en molares en los que entra siempre en el istmo del lazo oval y está en contacto, en la mayoría de los casos, con el linguafléxico; sin embargo, el ectofléxico está mucho menos desarrollado en premolares, entrando únicamente en el lazo oval en tres ejemplares en los cuales no está en contacto con el linguafléxico. El protostilido está presente en molares con un estado de desgaste medio, se une con el protocónido en estados de desgaste avanzado (alturas menores de 2 cm.) y está ausente en dientes poco desgastados; en premolares está presente en 14 ejemplares en los cuales se une al lofo en dientes muy desgastados estando ausente en la mayoría de los casos. Los molares carecen de muescas en el ectofléxico, estando tan solo presentes en 10 premolares (lámina 1).

Las piezas del esqueleto postcranial son de tamaño medio (tablas 3 a 6). En los metacarpianos el ángulo entre la faceta para el magnum y la faceta para el hamatum es pequeño con una media de 127° en tres ejemplares medidos. Se observa una sola faceta para el hamatum de forma subcuadrangular y una faceta anterior redondeada para el metacarpiano II; dos facetas independientes para el metacarpiano IV y la faceta para el magnum tiene forma subtriangular con la zona de inserción muscular redondeada y bastante reducida en todos los ejemplares (lámina 2).

En los metatarsianos la faceta para el cuboides es grande y con forma cuadrangular en K94-1409 y subtriangular en KS-1253. El ejemplar KS-2044 está muy alterado y no se pueden dar descripciones detalladas de ninguna de sus facetas. El ángulo que forma la faceta para el cuboides con respecto a la faceta para el gran cuneiforme es grande con una media de 155° en los tres ejemplares medidos. La faceta para el pequeño cuneiforme solo se distingue en K94-1409, es de forma subtriangular y forma un ángulo de 145° con la faceta para el gran cuneiforme. Hay dos facetas para el metatarsiano IV una anterior triangular y una posterior de forma redondeada. La zona de inser-

ción muscular en la faceta para el gran cuneiforme varía dependiendo de los ejemplares, reducida y abierta en K94-1409 y KS-1253 y cerrada en KS-2044. La anchura supraparticular distal es grande y la foseta supraparticular distal está más pronunciada que en los metacarpianos. La diáfisis es más grande en sección anteroposterior que en transversal (lámina 2).

En la primera falange central se encuentran diferencias morfológicas significativas entre las falanges anteriores y las posteriores; la articulación proximal es semilunar en las anteriores y cuadrangular en las posteriores; el surco ventral está más marcado en las posteriores y, en general, las anteriores son más gráciles que las posteriores.

En el astrágalo la faceta c para el calcáneo es ancha y con forma alargada entrando en contacto, en la mayoría de los casos, con la parte posterior del labio grande de la polea, exceptuando seis ejemplares (KS-1941, KS-2024, KS-1910, KS-1947, K94-1335 y KS-1937) en los que existe un pequeño canal entre la faceta y el labio de la polea y su forma es más redondeada. La faceta b para el calcáneo tiene una prolongación alargada y continua en 15 de los ejemplares observados, en tres esta prolongación está aislada formando una pequeña faceta aparte y siete no tienen esta prolongación, el resto de los ejemplares están muy alterados o fragmentados y no es posible esta observación. La articulación con el navicular tiene forma subtriangular y la zona de inserción muscular varía dependiendo de los ejemplares aunque en todos ellos está formada por un área abierta. La faceta para el cuboide es triangular y forma un ángulo pequeño con la faceta para el navicular, con una media de 117° en 23 ejemplares medidos.

En el calcáneo, la tuberosidad está bien desarrollada, la faceta interna del sustentáculo tali para la faceta c del astrágalo es grande y con forma oval y tiene una faceta grande para el cuboide de forma alargada.

El peso corporal estimado para esta especie, utilizando la dimensión 5 de la 1FIII (ALBERDI *et al.*, 1995), es de 114,4 Kg.

*Hipparion periafricanum* VILLALTA & CRUSAFONT, 1957

**Holotipo:** no lo señalan Villalta & Crusafont en 1957. Sin embargo FORSTEN (1968, p. 59) presenta como holotipo a unas “series de dientes superior izquierdo e inferior derecho, del Instituto Geológico

de la Universidad de Barcelona” sin figurar ni fotografiar y no localizados en dicho Instituto.

**Lectotipo:** ALBERDI propuso en 1974 como tal una serie dentaria superior izquierda, P<sup>2</sup>-M<sup>3</sup>, compuesta de varios individuos, depositada en el Instituto Paleontológico de Sabadell, en la vitrina de tipos, que carece de sigla y fotografiada en ALBERDI, 1974, Lámina 3, núm. 3.

**Localidad tipo:** El Arquillo (Rambla de Valdeebro II o Arquillo de La Fontana), Teruel, España.

**Nivel tipo:** Turolense superior, zona MN 13 (MEIN, 1990 y BRUIJN *et al.*, 1992).

**Diagnosis:** VILLALTA & CRUSAFONT (1957, p.69), con la subsanación de SONDAAR (1961, p. 240).

**Material estudiado:** 28 P<sup>2</sup>, 102 P<sup>3-4</sup>, 82 M<sup>1-2</sup>, 34 M<sup>3</sup>, 33 P<sub>2</sub>, 75 P<sub>3-4</sub>, 99 M<sub>1-2</sub>, 45 M<sub>3</sub>, 1 húmero, 4 escafoides, 2 semilunares, 2 piramidales, 2 trapezoides, 2 magnum, 5 Mc III, 9 1FIII anteriores, 3 tibias, 5 naviculares, 2 cuboides, 1 calcáneo, 12 astrágalos, 11 Mt III, 4 Mt II/IV, 5 1FIII posteriores, 6 1FII/IV, 11 2FIII y 1 2FII/IV.

**Descripción:** La característica fundamental del material perteneciente a *Hipparion periafricanum* procedente de Las Casiones es el pequeño tamaño tanto de la dentición como de las piezas procedentes del esqueleto postcraneal (tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10).

Los dientes superiores se caracterizan por su pequeño tamaño, por un plegamiento del esmalte muy sencillo y por su alta hipsodoncia; el protocono es de pequeño tamaño y su forma es lenticular, haciéndose más redondeado con el desgaste y pudiendo llegar a unirse con el protocono en premolares en estados de desgaste muy avanzado; en los molares nunca llega a unirse. La prefoseta y la postfoseta nunca son confluyentes; en algunos premolares (5 P<sup>2</sup> y 10 P<sup>3-4</sup>) la prefoseta está abierta en su borde posterior quedando aislado el protocono del metacono; pliegue caballino sencillo en premolares, moda en 1 con tendencia a 0 en los premolares con estado de desgaste más avanzado, en molares desaparece en la mayoría, moda en 0 con tendencia a 1 en molares poco gastados; parastilo con una pequeña constricción que desaparece con el desgaste y mesostilo más desarrollado en premolares que en molares, estando ambos, parastilo y mesostilo, poco desarrollados en general (lámina 1).

En los dientes inferiores los premolares son, en general, más robustos que los molares. El esmalte es muy liso con lazo oval redondeado, siendo en germen y en un desgaste I un poco más anguloso. Linguaflé-

xido muy marcado y profundo en molares y más suave en premolares; ectofléxido muy desarrollado en molares donde entra siempre en el lazo oval y está en contacto, en la mayoría de los casos, con el lingualfléxido; sin embargo, el ectofléxido está mucho menos desarrollado en premolares, no entra nunca en el lazo oval. El protostílido es fuerte en molares, se une con el protocónido en estados de desgaste muy avanzados (alturas menores de 1 cm); en premolares está muy poco desarrollado y en la mayoría de los casos ausente. Los molares carecen de muescas en el ectofléxido, estando tan solo presentes en siete premolares en estado de desgaste I (lámina 1).

Las piezas del esqueleto postcraneal son de tamaño muy pequeño y con un índice de gracilidad alto (lámina 2). En los metacarpianos el ángulo entre la faceta para el hamatum con la faceta para el magnum es de 119°, 116° y 121° en los tres ejemplares medidos; las facetas para el IV carpal están unidas, la anterior tiene forma triangular y la posterior está bien desarrollada tan solo en un ejemplar (K-369), en el resto está muy reducida.; faceta anterior para el II metacarpal muy reducida y no se llega a ver la posterior; dos facetas independientes para el IV metacarpal, estando muy reducidas en KS-28; la faceta para el magnum tiene la zona de inserción muscular redondeada y variable en tamaño, en K-369 está muy reducida; anchura supraparticular distal muy engrosada. En los metatarsianos la faceta para el cuboides es grande de forma cuadrangular y ángulo muy marcado con respecto a la faceta para el gran cuneiforme con una media de 144° en 5 ejemplares medidos; la faceta para el pequeño cuneiforme es bastante reducida, de forma cuadrangular y está muy inclinada con respecto a la faceta para el gran cuneiforme, ángulo pequeño con una media de 123° en cuatro ejemplares medidos; tiene dos facetas para el IV metacarpiano bien marcadas, la posterior es más pequeña y redondeada y la anterior más grande y de forma triangular; una única faceta para el II metatarsiano de forma redondeada y tan solo en KS-27 se distingue la faceta posterior también de forma redondeada; en la faceta para el gran cuneiforme la zona de inserción muscular es grande y solo se cierra en uno de los ejemplares (K-370) en el que es bastante más reducida; la anchura supraparticular distal está muy engrosada en KS-27 y en K-370 y es más recta en K94-1307 y KS-2334; la foseta supraparticular distal es más pronunciada que en metacarpianos y la diáfisis es más grande en sección anteroposterior que en transversal (lámina 2).

En la primera falange central, igual que sucede con los ejemplares de *H. gromovae* de este mismo yacimiento, se encuentran diferencias morfológicas significativas entre las falanges anteriores y las posteriores, la articulación proximal es más cuadrangular en las posteriores que en las anteriores y el surco ventral está más marcado. En general, además las falanges anteriores son mucho más gráciles que las posteriores.

En el astrágalo la faceta c para el calcáneo es alargada y varía en tamaño dependiendo de los ejemplares; en los astrágalos, en los que esta faceta está más reducida, existe un canal grande entre ésta y la parte posterior del labio grande de la polea (KS-1948) y, en los que esta faceta es más alargada, el canal es mucho más fino, llegando a desaparecer en algunos especímenes y entrando en contacto esta faceta con dicha parte posterior del labio grande de la polea (KS-1908). En la faceta b solo se observa una pequeña prolongación en tres de ellos, desapareciendo en el resto; en uno, esta prolongación está unida a la faceta (K93-770) y los otros dos está aislada (KS-1908, KS-2030); la articulación con el navicular tiene forma subtriangular y la zona de inserción muscular está bien desarrollada y siempre abierta; la faceta para el cuboides tiene también forma subtriangular y forma un ángulo 110° en 2 ejemplares y 113° en un ejemplar medido con la faceta para el navicular.

En esta especie la estimación del peso corporal, utilizando la dimensión 5 de la 1FIII (ALBERDI *et al.*, 1995), es de 28,8 Kg.

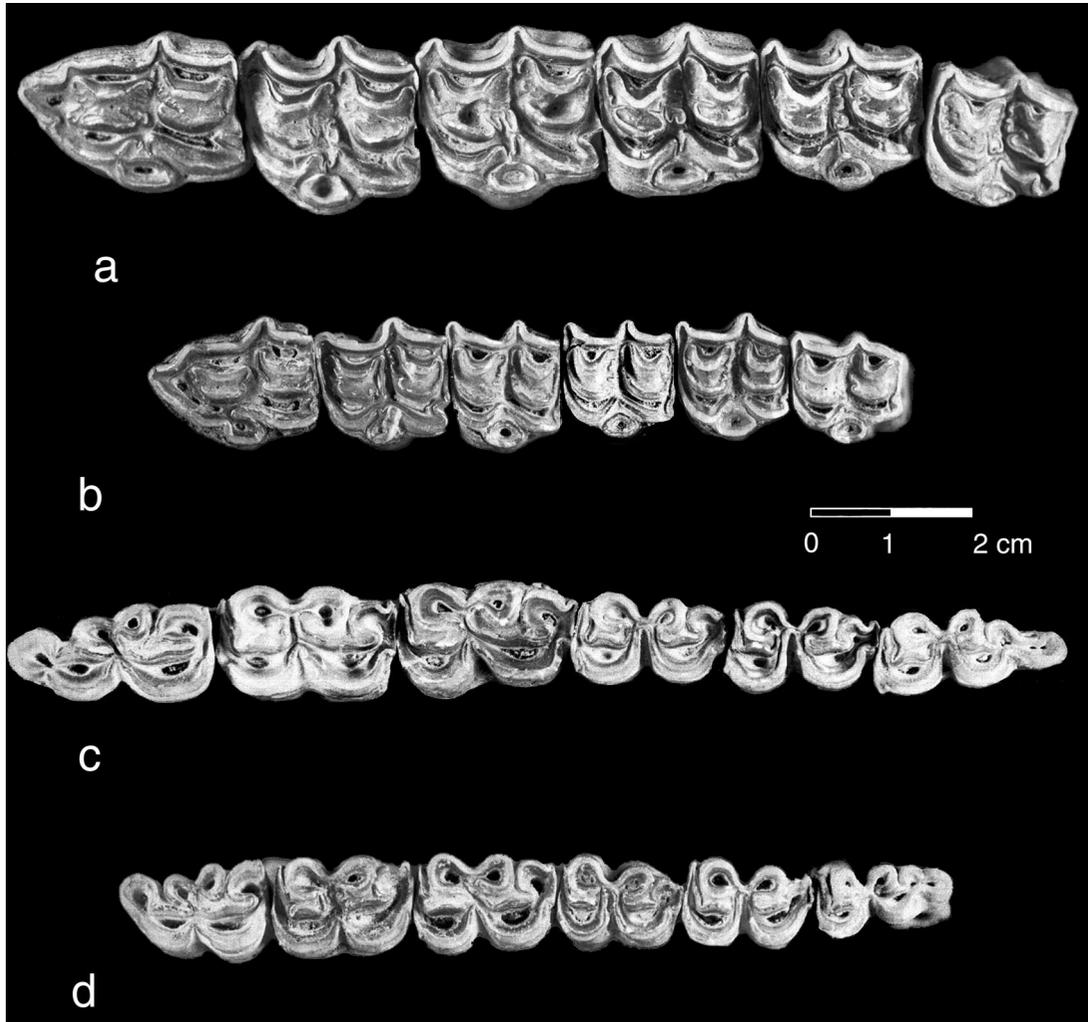
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Análisis morfológico y análisis bivariante.*

Se ha realizado un análisis morfológico y morfométrico de todos los restos pertenecientes al género *Hipparion* hallados en el yacimiento de Las Casiones. El resultado de este análisis indica la existencia de tres formas diferenciadas principalmente por la talla y por algunos caracteres morfológicos que se discuten a continuación.

La primera forma corresponde a un *Hipparion* de talla grande del cual solo se conservan dos elementos del esqueleto postcraneal y por tanto, se excluye de la discusión que se hace a continuación. Las dos formas restantes comprenden a un *Hipparion* de talla media y un *Hipparion* de talla pequeña.

El análisis morfológico realizado indica cierta similitud con otras formas de yacimientos españoles



## LÁMINA 1

*Hipparion gromovae*: -a. KS-1295, KS-1055, KS-933, KS-1304, KS-1256, KS-1282, serie superior derecha con P<sup>2</sup>-M<sup>3</sup> de diferentes individuos (invertida); vista oclusal, Las Casiones. -c. K93-569, K94-1967, KS-709, K93-1194, K94-2029, K94-1959. Serie inferior izquierda con P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub> de diferentes individuos, vista oclusal. Las Casiones. *Hipparion periafricanum*: -b. KS-1410, K93-278, KS-1752, KS-1362, K93-880b, KS-1203, serie superior izquierda con P<sup>2</sup>-M<sup>3</sup> de diferentes individuos, vista oclusal. Las Casiones. -d. K93-169, K93-570, KS-797, KS-397, K94-1813, K93-1136, serie inferior izquierda con P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub> de diferentes individuos; vista oclusal.

## PLATE 1

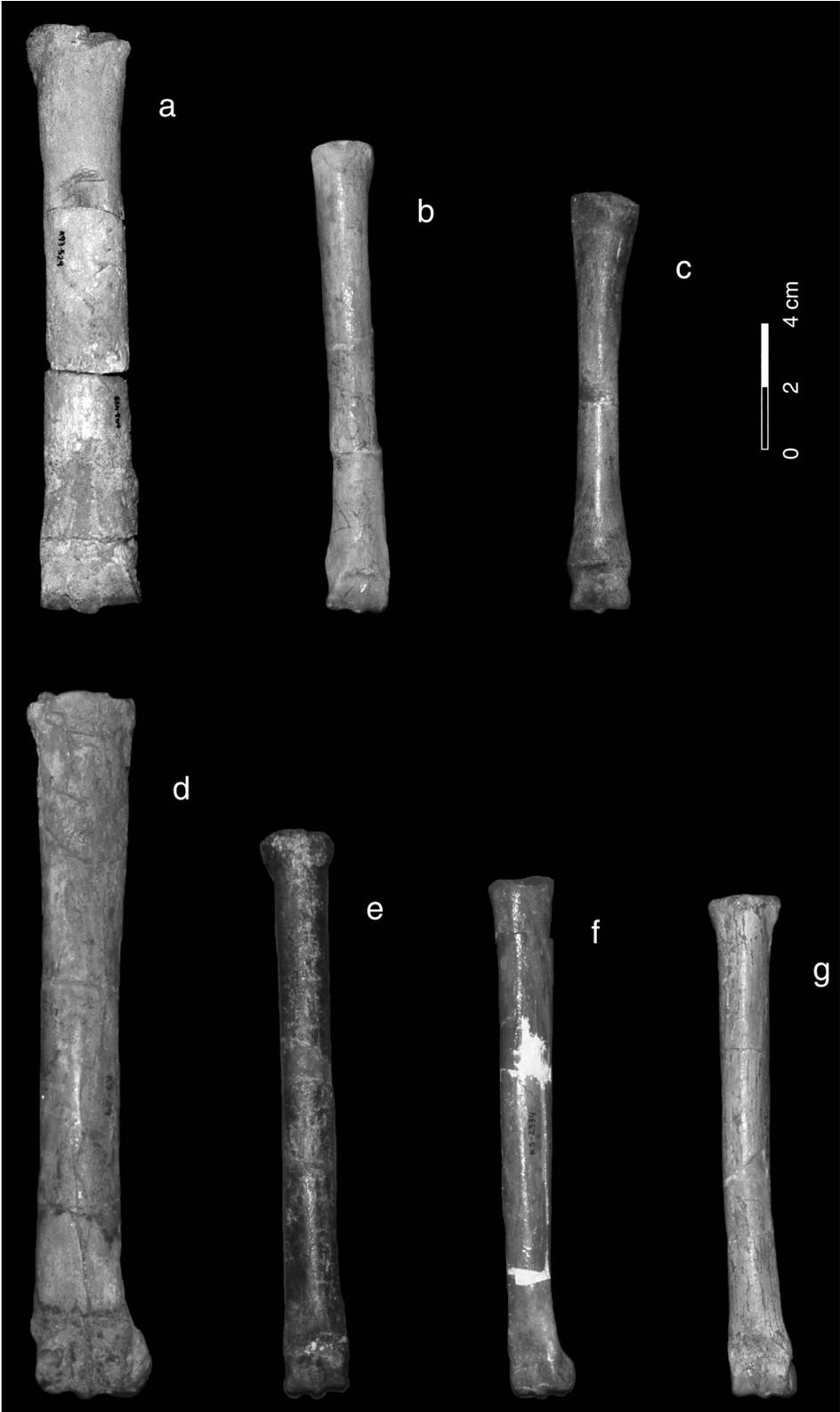
*Hipparion gromovae* from Las Casiones: -a. Upper series P<sup>2</sup>-M<sup>3</sup>, KS-1295, KS-1055, KS-933, KS-1304, KS-1256, KS-1282, occlusal view. -c. Lower series P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub>, K93-569, K94-1967, KS-709, K93-1194, K94-2029, K94-1959, occlusal view. *Hipparion periafricanum* from Las Casiones: -b. Upper series P<sup>2</sup>-M<sup>3</sup>, KS-1410, K93-278, KS-1752, KS-1362, K93-880b, KS-1203, occlusal view. -d. Lower series P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub>, K93-169, K93-570, KS-797, KS-397, K94-1813, K93-1136; occlusal view.

## LÁMINA 2

*Hipparion gromovae* de Las Casiones: -a. K93-527-529-495, McIII, vista anterior. -d. KS-29, MtIII, vista anterior. *Hipparion periafricanum* de Las Casiones: -b. KS-28, McIII, vista anterior. -c. KS-369, McIII, vista anterior. -e. K-370, MtIII, vista anterior. -f. KS-2334, MtIII, vista anterior. -g. KS-27, MtIII, vista anterior.

## PLATE 2

*Hipparion gromovae* from Las Casiones: -a. McIII, K93-527-529-495, anterior view.-d. MtIII, KS-29, anterior view. *Hipparion periafricanum* from Las Casiones: -b. McIII, KS-28, anterior view. -c. McIII, KS-369, anterior view. -e. MtIII, K-370, anterior view. -f. MtIII, KS-2334, anterior view. -g. MtIII, KS-27; anterior view.



|                        | <i>H. concudense</i><br>(Cerro de la Garita) | <i>H. gromovae</i><br>(Las Casiones) | <i>H. gromovae</i><br>(El Arquillo) | <i>H. periafricanum</i><br>(Las Casiones) | <i>H. periafricanum</i><br>(El Arquillo) |
|------------------------|--|--------------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| <b>P<sup>1-4</sup></b> | 2,6  | 2,4                                  | 2,8                                 | 2,9                                       | -  |
| <b>M<sup>1-2</sup></b> | 2,8  | 2,7                                  | 2,9                                 | 3,2                                       | 3,2                                      |
| <b>P<sub>3-4</sub></b> | 2,6  | 2,5                                  | 2,9                                 | 3   | -  |
| <b>M<sub>1-2</sub></b> | 2,8  | 2,8                                  | 2,9                                 | 3,1                                       | -  |

Tabla 1: Índice de hipsodonia de *H. concudense*, *H. gromovae* e *H. periafricanum* en los yacimientos de Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros.

Table 1: *Hipsodonty index* of *H. concudense*, *H. gromovae* e *H. periafricanum* from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo, and Milagros.

que se han utilizado como material de comparación. Sin embargo, existen pequeñas diferencias morfológicas y de talla tanto en la dentición como en la estructura del esqueleto.

- *Hipparion* de talla media-pequeña

Los restos de talla media hallados en el yacimiento se han comparado con material de *Hipparion concudense* procedente del yacimiento clásico de Concud y con material de *Hipparion gromovae* de los yacimientos de Milagros y El Arquillo.

La dentición correspondiente a esta forma de talla media tiene un índice de hipsodonia muy similar a los de Cerro de la Garita (Concud) y menor que el correspondiente a *H. gromovae* de El Arquillo (tabla 1). La longitud de los dientes inferiores medidos a 1 cm de la base en los ejemplares de Las Casiones tiene una gran variabilidad (tablas 9 y 10 y fig. 3), las medidas de los más grandes solapan con los medidos en Cerro de la Garita y los más pequeños con los de Milagros y El Arquillo. La dispersión en la anchura

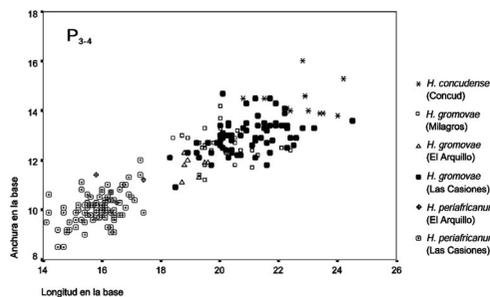


Figura 3: Diagrama bivalente de P<sub>3-4</sub> (dimensión 1 / 3).  
Figure 3: Scatter diagram of P<sub>3-4</sub> (dimension 1 vs dimension 3)

|  | <b>McIII</b> | <b>MtIII</b> |
|--|--------------|--------------|
| <i>H. concudense</i><br>(Cerro de la Garita) | 12,7         | 11,8         |
| <i>H. gromovae</i><br>(Las Casiones)         | 14,2         | 11           |
| <i>H. gromovae</i><br>(El Arquillo)          | -            | 10,6         |
| <i>H. gromovae</i><br>(Milagros)             | 11,7         | 9,7          |
| <i>H. periafricanum</i><br>(Las Casiones)    | 9            | 9,8          |

Tabla 2: Índice de gracilidad en el McIII y MtIII de *H. concudense*, *H. gromovae* e *H. periafricanum* en los yacimientos de Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros.

Table 2: *Gracility index* of *H. concudense*, *H. gromovae* e *H. periafricanum* from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo, and Milagros.

es menor pero la relación es la misma los más grandes de Las Casiones solapan con los de Cerro de la Garita y los más pequeños con Milagros y El Arquillo (fig. 4). Esta relación se mantiene en la dentición superior tanto en la longitud como en la anchura de los dientes (tablas 7 y 8 y fig. 5 y 6).

La dentición inferior es más robusta en PP que en MM, con esmalte interno generalmente liso y únicamente plegamiento ligeramente marcado en germen y en dientes muy poco gastados; estas características son comunes con las formas de Cerro de la Garita y El Arquillo. Sin embargo, a diferencia de estas dos últimas formas, la forma de Las Casiones nunca presenta ectostilido ni pticostilido, únicamente un protostilido fuerte en molares estando ausente en la

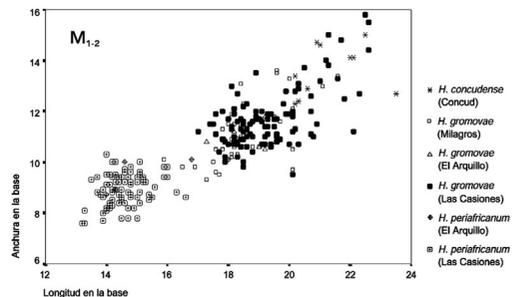


Figura 4: Diagrama bivalente de M<sub>1-2</sub> (dimensión 1 / 3).  
Figure 4: Scatter diagram of M<sub>1-2</sub> (dimension 1 vs dimension 3)

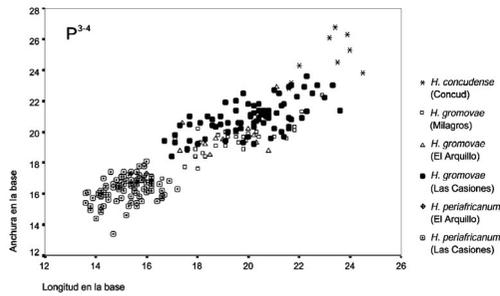


Figura 5: Diagrama bivalente de P<sup>3-4</sup> (dimensión 1 / 3).  
 Figure 5: Scatter diagram of P<sup>3-4</sup> (dimension 1 vs dimension 3).

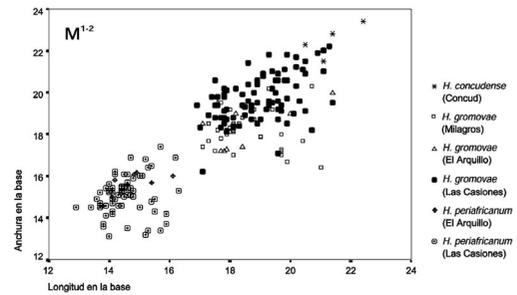


Figura 6: Diagrama bivalente de M<sup>1-2</sup> (dimensión 1 / 3).  
 Figure 6: Scatter diagram of M<sup>1-2</sup> (dimension 1 vs dimension 3).

mayoría de los premolares. Tanto la forma de Cerro de la Garita como la del Arquillo presentan picostilido en la mayoría de los PP y ectostilido rudimentario en la base del diente, en mayor proporción en MM que en PP.

En los dientes superiores, el protocono tiene forma lenticular, con una pequeña muesca en los ejemplares con poco grado de desgaste, haciéndose más redondeado con el desgaste y pudiendo llegar a unirse con el protofofo únicamente en P<sup>2</sup> en estado de desgaste III y en P<sup>3-4</sup> en estados de desgaste IV y V. Sin embargo, tanto en *Hipparion concudense*, como en *Hipparion gromovae* el protocono es oval, más o menos circular, y se une al protofofo tanto en PP, como en MM en estados de desgaste menores; la prefofofo y la postfofofo no son confluentes, exceptuando un P<sup>2</sup> (KS-923) con estado de desgaste I en el que se encuentran unidas; tanto en Cerro de la Garita como en el Arquillo las fofofos sólo son conflu-

yentes en P<sup>2</sup> y en baja proporción. El plegamiento de las fofofos es medio en Las Casiones, más simple que en Cerro de la Garita en la parte distal de la prefofofo y mesial de la postfofofo, y más complicado que el *Hipparion* de El Arquillo en la parte anterior de la prefofofo y muy similar tanto en la parte posterior como en la postfofofo; el pliegue caballino es más sencillo que en la forma de Cerro de la Garita, que tanto en PP como en MM varía entre 1 y 5 con moda en 1 y más complejo que en El Arquillo, que tiene moda en 1 en PP y 0 en MM.

Respecto al esqueleto postcranial, muchos de los metápodos están rotos o incompletos. Tan solo se han recuperado un McIII y un MtIII de talla media enteros. El MtIII tiene un índice de gracilidad de 11 (tabla 2); este ejemplar es más grácil que los de Cerro de la Garita, cuya media es 12,7 y algo más robusto que el de El Arquillo (que es 10,6) y los de Milagros cuya media es 9,7. Sin embargo, el McIII tiene un índice

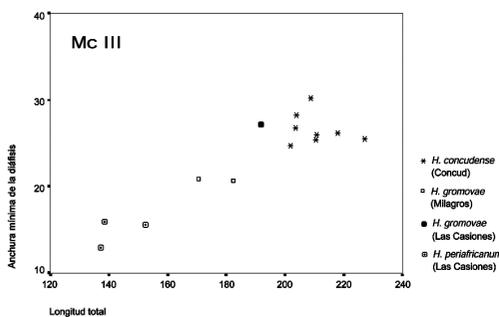


Figura 7: Diagrama bivalente realizado en el McIII (dimensión 1 / dimensión 3).  
 Figure 7: Scatter diagram made for the McIII (dimension 1 vs dimension 3).

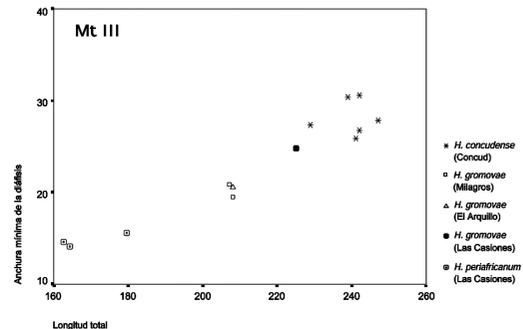


Figura 8: Diagrama bivalente realizado en el MtIII (dimensión 1 / dimensión 3).  
 Figure 8: Scatter diagram made for the MtIII (dimension 1 vs dimension 3).

|    | Mc III | <i>H.gromovae</i><br>(KS) | <i>H.gromovae</i><br>(ARQ) | <i>H.gromovae</i><br>(ML) | <i>H.concudense</i><br>(CG) | <i>H.periafricanum</i><br>(KS) | <i>H.periafricanum</i><br>(ARQ) |
|----|--------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1  | N      | 1                         | 1*                         | 2                         | 8                           | 2                              | -                               |
|    | (min)  | -                         | -                          | 170,5                     | 201,9                       | 137,2                          | -                               |
|    | x      | 191,9                     | 167                        | 176,5                     | 210,5                       | 144,8                          | -                               |
|    | (max)  | -                         | -                          | 182,4                     | 227                         | 152,4                          | -                               |
| 2  | N      | 1                         | -                          | 2                         | 8                           | 2                              | -                               |
|    | (min)  | -                         | -                          | 165,9                     | 195,6                       | 132,3                          | -                               |
|    | x      | 187,1                     | -                          | 171,5                     | 204,2                       | 140,6                          | -                               |
|    | (max)  | -                         | -                          | 177                       | 221                         | 148,9                          | -                               |
| 3  | N      | 4                         | -                          | 3                         | 8                           | 3                              | 1                               |
|    | (min)  | 22,8                      | -                          | 20,7                      | 24,7                        | 12,9                           | -                               |
|    | x      | 25,2                      | -                          | 21,5                      | 26,6                        | 14,6                           | 14,3                            |
|    | (max)  | 27,2                      | -                          | 23                        | 30,2                        | 15,6                           | -                               |
| 4  | N      | 4                         | -                          | 3                         | 8                           | 3                              | 1                               |
|    | (min)  | 18,6                      | -                          | 18,3                      | 19,5                        | 10,9                           | -                               |
|    | x      | 19,6                      | -                          | 18,6                      | 20,8                        | 12,3                           | 10,3                            |
|    | (max)  | 20,5                      | -                          | 19,1                      | 22,1                        | 13,7                           | -                               |
| 5  | N      | 5                         | 9*                         | 1                         | 8                           | 2                              | -                               |
|    | (min)  | 31,5                      | 28,9                       | -                         | 33,5                        | 21,2                           | -                               |
|    | x      | 34                        | 31,7                       | 30,5                      | 36,7                        | 21,5                           | -                               |
|    | (max)  | 35,3                      | 35                         | -                         | 40,6                        | 21,9                           | -                               |
| 6  | N      | 4                         | -                          | 2                         | 8                           | 3                              | -                               |
|    | (min)  | 21,8                      | -                          | 19,7                      | 21,9                        | 14,5                           | -                               |
|    | x      | 23                        | -                          | 20                        | 24,9                        | 15,3                           | -                               |
|    | (max)  | 23,6                      | -                          | 20,3                      | 27,6                        | 16,2                           | -                               |
| 7  | N      | 5                         | -                          | 1                         | 8                           | 3                              | -                               |
|    | (min)  | 26,9                      | -                          | -                         | 29,4                        | 18,4                           | -                               |
|    | x      | 28,8                      | -                          | 25,1                      | 31,3                        | 18,7                           | -                               |
|    | (max)  | 29,8                      | -                          | -                         | 34,1                        | 19,2                           | -                               |
| 8  | N      | 5                         | -                          | 1                         | 8                           | 1                              | -                               |
|    | (min)  | 8,5                       | -                          | -                         | 8,2                         | 5,4                            | -                               |
|    | x      | 9,3                       | -                          | 8,5                       | 9,4                         | 5,4                            | -                               |
|    | (max)  | 9,7                       | -                          | -                         | 12,4                        | 5,4                            | -                               |
| 9  | N      | 1                         | -                          | 1                         | 2                           | -                              | -                               |
|    | (min)  | -                         | -                          | -                         | 3,9                         | -                              | -                               |
|    | x      | 4                         | -                          | 4,5                       | 4,3                         | -                              | -                               |
|    | (max)  | -                         | -                          | -                         | 4,8                         | -                              | -                               |
| 10 | N      | 1                         | 1                          | 5                         | 8                           | 3                              | 2                               |
|    | (min)  | -                         | -                          | 26,5                      | 31,8                        | 20,2                           | 16,7                            |
|    | x      | 30,5                      | 25,7                       | 27,7                      | 34,3                        | 20,4                           | 17,4                            |
|    | (max)  | -                         | -                          | 28,3                      | 37,6                        | 20,9                           | 18,2                            |
| 11 | N      | 6                         | 1                          | 5                         | 8                           | 4                              | 2                               |
|    | (min)  | 27,7                      | -                          | 26,9                      | 31,6                        | 18,6                           | 17                              |
|    | x      | 29,9                      | 25,9                       | 27,8                      | 33,5                        | 19                             | 17,6                            |
|    | (max)  | 32,9                      | -                          | 29,7                      | 35                          | 19,5                           | 18,3                            |
| 12 | N      | 6                         | 1                          | 7                         | 8                           | 4                              | 2                               |
|    | (min)  | 21,4                      | -                          | 21,9                      | 26,1                        | 14,7                           | 13,1                            |
|    | x      | 23,1                      | 19,1                       | 23,7                      | 26,9                        | 15,9                           | 14,8                            |
|    | (max)  | 25,2                      | -                          | 25,5                      | 29,5                        | 16,6                           | 16,5                            |
| 13 | N      | 6                         | 1                          | 7                         | 8                           | 4                              | 2                               |
|    | (min)  | 18,4                      | -                          | 17,7                      | 21                          | 13,2                           | 11,7                            |
|    | x      | 19,5                      | 16,1                       | 19,3                      | 21,9                        | 13,7                           | 13,1                            |
|    | (max)  | 20,9                      | -                          | 21                        | 24                          | 14                             | 14,4                            |
| 14 | N      | 6                         | 1                          | 6                         | 8                           | 4                              | 2                               |
|    | (min)  | 20,3                      | -                          | 19,9                      | 23,1                        | 13,6                           | 12,9                            |
|    | x      | 21,25                     | 17,1                       | 21,2                      | 24,3                        | 14,7                           | 13,7                            |
|    | (max)  | 22,1                      | -                          | 22,9                      | 26,9                        | 15,6                           | 14,6                            |

Tabla 3: Dimensiones del McIII en Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros (mm). \*ALBERDI, 1972.

Table 3: Dimensions of McIII from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo and Milagros (mm). \*ALBERDI, 1972.

| Mt III    | <i>H.gromovae</i><br>(KS) | <i>H.gromovae</i><br>(ARQ) | <i>H.gromovae</i><br>(ML) | <i>H.concudense</i><br>(CG) | <i>H.periafricanum</i><br>(KS) | <i>H.periafricanum</i><br>(ARQ) |      |
|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|------|
| <b>1</b>  | N                         | 1                          | 3                         | 2                           | 8                              | 4                               | -    |
|           | (min)                     | -                          | 199                       | 207,1                       | 229                            | 159,8                           | -    |
|           | ×                         | 225                        | 203                       | 207,6                       | 241                            | 166,5                           | -    |
|           | (max)                     | -                          | 208                       | 208,2                       | 251                            | 179,5                           | -    |
| <b>2</b>  | N                         | 1                          | 1                         | 2                           | 8                              | 4                               | -    |
|           | (min)                     | -                          | -                         | 201,4                       | 223                            | 157,7                           | -    |
|           | ×                         | 220                        | 202,9                     | 203                         | 234,6                          | 164,6                           | -    |
|           | (max)                     | -                          | -                         | 204,6                       | 246                            | 176,2                           | -    |
| <b>3</b>  | N                         | 5                          | 3                         | 5                           | 8                              | 5                               | -    |
|           | (min)                     | 22,3                       | 16,6                      | 19,2                        | 25,9                           | 14,1                            | -    |
|           | ×                         | 23,6                       | 18,6                      | 20,4                        | 28,4                           | 14,8                            | -    |
|           | (max)                     | 24,8                       | 20,6                      | 21,5                        | 30,6                           | 15,6                            | -    |
| <b>4</b>  | N                         | 5                          | 3                         | 5                           | 8                              | 5                               | -    |
|           | (min)                     | 21,6                       | 18,8                      | 19,7                        | 25,5                           | 14,2                            | -    |
|           | ×                         | 23,1                       | 20,1                      | 21,8                        | 28                             | 16,1                            | -    |
|           | (max)                     | 25,5                       | 21,9                      | 25,1                        | 31,2                           | 18                              | -    |
| <b>5</b>  | N                         | 5                          | 3                         | 4                           | 6                              | 6                               | -    |
|           | (min)                     | 30,5                       | 27,2                      | 30,8                        | 36                             | 20,6                            | -    |
|           | ×                         | 34,4                       | 29,2                      | 32,1                        | 38,3                           | 22,6                            | -    |
|           | (max)                     | 37,6                       | 31,2                      | 33,4                        | 39,9                           | 23,8                            | -    |
| <b>6</b>  | N                         | 5                          | 3                         | 4                           | 5                              | 6                               | -    |
|           | (min)                     | 25,8                       | 21,1                      | 25,1                        | 29,2                           | 17,1                            | -    |
|           | ×                         | 28,2                       | 23,6                      | 25,4                        | 30,5                           | 17,8                            | -    |
|           | (max)                     | 30,5                       | 26,1                      | 26,7                        | 32,7                           | 18,4                            | -    |
| <b>7</b>  | N                         | 2                          | 3                         | 4                           | 6                              | 5                               | -    |
|           | (min)                     | 30,3                       | 25,7                      | 26,9                        | 32                             | 19,2                            | -    |
|           | ×                         | 32,1                       | 26,3                      | 28,8                        | 34,8                           | 20,1                            | -    |
|           | (max)                     | 33,8                       | 28,4                      | 30,2                        | 36,9                           | 20,9                            | -    |
| <b>8</b>  | N                         | 3                          | 1                         | 4                           | 6                              | 5                               | -    |
|           | (min)                     | 6,2                        | -                         | 5,8                         | 8                              | 4,1                             | -    |
|           | ×                         | 8,2                        | 8,2                       | 6,9                         | 8,5                            | 5,2                             | -    |
|           | (max)                     | 10,7                       | -                         | 8,1                         | 9,2                            | 6                               | -    |
| <b>9</b>  | N                         | 1                          | 1                         | 3                           | 6                              | 4                               | -    |
|           | (min)                     | -                          | -                         | 3,9                         | 4                              | 1,8                             | -    |
|           | ×                         | 4,5                        | 2,4                       | 4,4                         | 5,1                            | 3,1                             | -    |
|           | (max)                     | -                          | -                         | 4,9                         | 6,3                            | 3,9                             | -    |
| <b>10</b> | N                         | 6                          | 2                         | 4                           | 8                              | 6                               | 1    |
|           | (min)                     | 28,7                       | 26,2                      | 26,7                        | 34,2                           | 17,7                            | -    |
|           | ×                         | 30,1                       | 26,7                      | 27,3                        | 35,8                           | 19,5                            | 16,8 |
|           | (max)                     | 33,4                       | 27,1                      | 28,5                        | 37,9                           | 20,9                            | -    |
| <b>11</b> | N                         | 12                         | 2                         | 5                           | 8                              | 8                               | 1    |
|           | (min)                     | 27,3                       | 27,3                      | 26,3                        | 34,2                           | 17,8                            | -    |
|           | ×                         | 29,7                       | 27,4                      | 27,6                        | 35,7                           | 18,9                            | 17,1 |
|           | (max)                     | 32,3                       | 27,4                      | 29,4                        | 36,8                           | 20,2                            | -    |
| <b>12</b> | N                         | 9                          | 2                         | 5                           | 8                              | 8                               | 1    |
|           | (min)                     | 22,2                       | 23,4                      | 22,5                        | 28,9                           | 15,3                            | -    |
|           | ×                         | 24,6                       | 23,7                      | 23,2                        | 30,8                           | 16,4                            | 15,5 |
|           | (max)                     | 27,2                       | 23,9                      | 24,9                        | 34,1                           | 18,2                            | -    |
| <b>13</b> | N                         | 10                         | 2                         | 5                           | 8                              | 8                               | 1    |
|           | (min)                     | 17,8                       | 18,3                      | 18,9                        | 22,7                           | 12,3                            | -    |
|           | ×                         | 20                         | 18,7                      | 19,3                        | 23,3                           | 13,6                            | 12,2 |
|           | (max)                     | 21,4                       | 19,1                      | 19,8                        | 24,1                           | 14,6                            | -    |
| <b>14</b> | N                         | 12                         | 1                         | 5                           | 8                              | 8                               | 1    |
|           | (min)                     | 19,3                       | 19,8                      | 19,8                        | 25,4                           | 13                              | -    |
|           | ×                         | 22                         | 20,8                      | 20,9                        | 26,2                           | 14,9                            | 13,9 |
|           | (max)                     | 24,9                       | 21,9                      | 22,6                        | 26,8                           | 16,3                            | -    |

Tabla 4: Dimensiones del MtIII en Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros (mm).

Table 4: Dimensions of MtIII from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo and Milagros (mm).

de gracilidad de 14,2 que representaría a un animal mucho más robusto que el *Hipparion* de Cerro de la Garita, debido a su corta longitud de tan solo 191,9 mm y a que es el McIII con la anchura mínima de la diáfisis (medida 3) más ancha de los ejemplares que se conservan en Las Casiones, esto contrasta con la gracilidad hallada en el MtIII y con el resto de los huesos del esqueleto postcranial que son algo más gráciles que los de Cerro de la Garita.

La longitud del único McIII completo de Las Casiones es menor que la media de los de Cerro de la Garita ( $X=210,5$  mm) y mayor que el único ejemplar completo que se conserva en El Arquillo que es de 167 mm (tabla 3). Las dimensiones tanto del diámetro transversal como anteroposterior de la extremidad proximal siguen una gradación de menor a mayor = El Arquillo < Milagros < Las Casiones < Cerro de la Garita, estando situado el ejemplar de Las Casiones más cerca de Cerro de la Garita que de Milagros y El Arquillo. En la extremidad distal esta gradación se conserva aunque los ejemplares conservados de

Milagros y El Arquillo son muy similares y los de Las Casiones se encuentran más cerca de éstos que de los de Concud (fig. 7).

La longitud del MtIII de las Casiones es de 225 mm, de nuevo más pequeña que la de los de Cerro de la Garita ( $X=237,8$  mm) y mayor que en El Arquillo ( $X=199,2$  mm) (tabla 4). En el resto de las dimensiones se conserva la gradación en tamaño que se registra en el McIII= El Arquillo < Milagros < Las Casiones < Cerro de la Garita, siendo en general más similar Las Casiones a Cerro de la Garita (fig. 8).

Las 1ªFIII son muy numerosas en el yacimiento de Las Casiones, pudiéndose diferenciar claramente las anteriores, más gráciles, de las posteriores, más robustas y con la anchura anteroposterior de la articulación proximal más grande y forma cuadrangular. Estas falanges son muy similares en gracilidad a las de El Arquillo, algo más robustas que las de Milagros, cuya anchura mínima es menor, y más gráciles que las de Cerro de la Garita, cuya relación anchura mínima/longitud total es la mayor de los ejemplares com-

|          | Astrágalo | <i>H.gromovae</i><br>(KS) | <i>H.gromovae</i><br>(ARQ) | <i>H.gromovae</i><br>(ML) | <i>H.concudense</i><br>(CG) | <i>H.periafricanum</i><br>(KS) | <i>H.periafricanum</i><br>(ARQ) |
|----------|-----------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>1</b> | N         | 44                        | 5                          | 11                        | 19                          | 11                             | -                               |
|          | (min)     | 40,7                      | 39,5                       | 40,5                      | 48,4                        | 28,5                           | -                               |
|          | x         | 45,5                      | 40                         | 42,7                      | 53,3                        | 30,5                           | -                               |
|          | (max)     | 51,1                      | 40,6                       | 44,7                      | 56                          | 32                             | -                               |
| <b>2</b> | N         | 45                        | 2                          | 9                         | 19                          | 11                             | -                               |
|          | (min)     | 38,8                      | 38,4                       | 39,4                      | 46,9                        | 24,2                           | -                               |
|          | x         | 45,2                      | 39,2                       | 42,7                      | 53,1                        | 29,4                           | -                               |
|          | (max)     | 48,9                      | 40                         | 46,4                      | 56,7                        | 30,7                           | -                               |
| <b>3</b> | N         | 46                        | 7                          | 11                        | 19                          | 11                             | -                               |
|          | (min)     | 17,9                      | 15,8                       | 18                        | 21,8                        | 13,7                           | -                               |
|          | x         | 21,2                      | 17,3                       | 19,2                      | 24,4                        | 15                             | -                               |
|          | (max)     | 26,6                      | 18,8                       | 21,3                      | 27,1                        | 16,2                           | -                               |
| <b>4</b> | N         | 47                        | 7                          | 10                        | 19                          | 8                              | -                               |
|          | (min)     | 19,6                      | 34,7                       | 35,4                      | 45,2                        | 27                             | -                               |
|          | x         | 44,5                      | 39,1                       | 40,5                      | 52,2                        | 28,6                           | -                               |
|          | (max)     | 50,1                      | 41,1                       | 43,7                      | 55,7                        | 31,8                           | -                               |
| <b>5</b> | N         | 43                        | 6                          | 10                        | 19                          | 9                              | -                               |
|          | (min)     | 33,3                      | 19,7                       | 30,3                      | 36,7                        | 20,7                           | -                               |
|          | x         | 36,1                      | 28,7                       | 31,7                      | 41,8                        | 22,9                           | -                               |
|          | (max)     | 40,4                      | 32,3                       | 33,3                      | 44,7                        | 24,2                           | -                               |
| <b>6</b> | N         | 44                        | 6                          | 9                         | 19                          | 10                             | -                               |
|          | (min)     | 22,7                      | 21,6                       | 22,9                      | 27,7                        | 16,1                           | -                               |
|          | x         | 26,3                      | 23,1                       | 24,5                      | 30,6                        | 17,7                           | -                               |
|          | (max)     | 29,1                      | 25,5                       | 25,9                      | 33,4                        | 18,6                           | -                               |
| <b>7</b> | N         | 42                        | 2                          | 9                         | 18                          | 10                             | -                               |
|          | (min)     | 30,7                      | 32                         | 31,5                      | 37,7                        | 22,3                           | -                               |
|          | x         | 36,7                      | 32,3                       | 34,3                      | 45                          | 24,6                           | -                               |
|          | (max)     | 39,8                      | 32,6                       | 37,5                      | 49,2                        | 26,2                           | -                               |

Tabla 5: Dimensiones del astrágalo en Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros (mm).

Table 5: Dimensions of astragalus from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo and Milagros (mm).

parados en este trabajo. Las dimensiones de la 1ªFIII, astrágalo y calcáneo del *Hipparion* de talla media-pequeña de Las Casiones son menores, en general, que las del *Hipparion* de Concud y mayores que las de El Arquillo y Milagros (tablas 5 y 6). Si bien la 1ªFIII y el calcáneo en El Arquillo y Milagros son muy similares, el astrágalo sigue la gradación encontrada en los metápodos. En el calcáneo, se pueden encontrar diferencias en cuanto al desarrollo de la tuberosidad: el calcáneo de Las Casiones tiene la tuberosidad más corta y más robusta en relación a la longitud total y de la tuberosidad, siendo sin embargo muy parecida esta relación en las otras tres poblaciones comparadas.

- *Hipparion* de talla pequeña

El material de talla pequeña procedente de Las Casiones se ha comparado con el material de *Hipparion periafricanum* de El Arquillo. Su dentición en ambos yacimientos se caracteriza por su pequeño tamaño, un plegamiento del esmalte muy sencillo y alta hipsodoncia, la mayor de todos los *Hipparion* españoles durante el Turoliense (tabla 1).

Las dimensiones de los dientes tanto inferiores como superiores de *H. periafricanum* de El Arquillo coinciden con las de los ejemplares más grandes de talla pequeña halladas en Las Casiones, entre los que encontramos, por tanto, los ejemplares más pequeños de esta especie (tablas 7, 8, 9 y 10 y figs. 3, 4, 5 y 6).

|   | 1FIII | <i>H.gromovae</i><br>(KS) | <i>H.gromovae</i><br>(ARQ) | <i>H.gromovae</i><br>(ML) | <i>H.concudense</i><br>(CG) | <i>H.periafricanum</i><br>(KS) | <i>H.periafricanum</i><br>(ARQ) |
|---|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 1 | N     | 24                        | 4                          | 8                         | 28                          | 11                             | 2                               |
|   | (min) | 46,2                      | 46,5                       | 44,4                      | 45,4                        | 38                             | 41,2                            |
|   | ×     | 53,8                      | 48,6                       | 48,8                      | 58,3                        | 40,5                           | 41,4                            |
|   | (max) | 60,1                      | 49,8                       | 52,1                      | 64,6                        | 43,4                           | 41,6                            |
| 2 | N     | 24                        | 4                          | 6                         | 28                          | 12                             | 2                               |
|   | (min) | 42,1                      | 40,8                       | 42,1                      | 43,2                        | 34,2                           | 39,1                            |
|   | ×     | 49,2                      | 44,6                       | 45,8                      | 54,3                        | 37,8                           | 39,5                            |
|   | (max) | 54,5                      | 47,2                       | 48,8                      | 60,6                        | 40,9                           | 39,9                            |
| 3 | N     | 24                        | 5                          | 10                        | 28                          | 14                             | 2                               |
|   | (min) | 20,6                      | 18,7                       | 17                        | 17,4                        | 12,4                           | 12,8                            |
|   | ×     | 22,6                      | 20,2                       | 19                        | 25,7                        | 14,2                           | 13,3                            |
|   | (max) | 25,3                      | 21,6                       | 21,1                      | 29,6                        | 15,4                           | 13,8                            |
| 4 | N     | 18                        | 5                          | 9                         | 28                          | 12                             | 2                               |
|   | (min) | 29,6                      | 28,1                       | 25,8                      | 26,1                        | 17,2                           | 19,2                            |
|   | ×     | 32,7                      | 28,8                       | 28,3                      | 36,7                        | 21                             | 19,4                            |
|   | (max) | 36,2                      | 29,4                       | 29,8                      | 40,2                        | 22,7                           | 19,6                            |
| 5 | N     | 23                        | 6                          | 9                         | 28                          | 12                             | 2                               |
|   | (min) | 22,1                      | 21,5                       | 21,4                      | 19,7                        | 16,2                           | 14,9                            |
|   | ×     | 25,7                      | 22,9                       | 22,7                      | 28,1                        | 17,2                           | 15,5                            |
|   | (max) | 29,6                      | 24,4                       | 25,1                      | 32,9                        | 19                             | 16,2                            |
| 6 | N     | 24                        | 3                          | 10                        | 28                          | 13                             | 1                               |
|   | (min) | 14,8                      | 23,8                       | 21,7                      | 21,5                        | 15,8                           | -                               |
|   | ×     | 26                        | 24,3                       | 23,8                      | 29,6                        | 17,2                           | 16,5                            |
|   | (max) | 29,7                      | 24,7                       | 25,6                      | 33,4                        | 18,7                           | -                               |
| 7 | N     | 19                        | 3                          | 11                        | 28                          | 11                             | 1                               |
|   | (min) | 24,5                      | 23,9                       | 21,4                      | 21,6                        | 10,8                           | -                               |
|   | ×     | 26,5                      | 24,2                       | 23,4                      | 29,3                        | 16,9                           | 16,7                            |
|   | (max) | 29,2                      | 24,5                       | 25,1                      | 33,3                        | 18,5                           | -                               |
| 8 | N     | 24                        | 4                          | 11                        | 28                          | 10                             | 1                               |
|   | (min) | 13,8                      | 12,3                       | 11,7                      | 13,4                        | 9,4                            | -                               |
|   | ×     | 16                        | 13,4                       | 13,5                      | 18,2                        | 10,8                           | 9,6                             |
|   | (max) | 17,9                      | 14,1                       | 14,8                      | 21,5                        | 11,5                           | -                               |
| 9 | N     | 15                        | -                          | 3                         | -                           | 8                              | -                               |
|   | (min) | 20,1                      | -                          | 16,7                      | -                           | 15                             | -                               |
|   | ×     | 26,3                      | -                          | 18,6                      | -                           | 17,8                           | -                               |
|   | (max) | 33,8                      | -                          | 21,4                      | -                           | 20,4                           | -                               |

Tabla 6: Dimensiones de la 1FIII en Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros (mm).

Table 6: Dimensions of first phalanx III from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo and Milagros (mm).

En dientes superiores, el protocono es de tamaño pequeño y se une al protolofa en los ejemplares de El Arquillo en algunos P<sup>2</sup>, en estado de desgaste III y en el resto de PP y MM en desgaste IV en pequeñas proporciones; en los ejemplares de Las Casiones nunca llega a unirse en MM y en PP en estados de desgaste muy avanzados. Las fosetas son confluyentes en El Arquillo sólo en P<sup>2</sup> y en pequeña proporción, en Las Casiones nunca llegan a unirse. El pliegue caballino en Las Casiones es sencillo en premolares, tiene moda en 1 con muchos ejemplares que

carecen de él y desaparece en la mayoría de los molares, moda en 0; en el Arquillo desaparece en la mayoría, tanto en PP como en MM, moda en 0.

Los dientes inferiores tienen el protostílido muy desarrollado, incluso multiplicado algunas veces en el Hipparion de El Arquillo, uniéndose, en algunos casos, al protocónido en un desgaste II y III y la mayoría en IV. En Las Casiones el protostílido es fuerte en MM, se une con el protocónido en estados de desgaste V; en premolares está muy poco desarrollado y en la mayoría de los casos ausente.

| LAS CASIONES           |     | <i>H. gromovae</i> |      |        | N  | <i>H. periafricanum</i> |      |        | N  |
|------------------------|-----|--------------------|------|--------|----|-------------------------|------|--------|----|
|                        |     | (min.)             | ×    | (max.) |    | (min.)                  | ×    | (max.) |    |
| Longitud               | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 21,3               | 23,7 | 26,3   | 22 | 18,1                    | 19   | 20,5   | 3  |
|                        | II  | 17,9               | 21,9 | 25,8   | 13 | 17,5                    | 18,7 | 20     | 16 |
|                        | III | 17,7               | 20,7 | 24,1   | 24 | 13,9                    | 16,5 | 18,4   | 23 |
|                        | IV  | 17,1               | 19,8 | 22,3   | 21 | 13,6                    | 15,5 | 18,1   | 51 |
|                        | V   | -                  | 24,7 | -      | 1  | 13,8                    | 14,6 | 15,4   | 5  |
| Anchura                | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 17,2               | 21   | 23,5   | 22 | 15,8                    | 17,2 | 18     | 3  |
|                        | II  | 17,1               | 20,2 | 24,4   | 13 | 14,3                    | 16,9 | 18,8   | 16 |
|                        | III | 18,6               | 20,6 | 23,6   | 24 | 13,3                    | 16,7 | 18     | 23 |
|                        | IV  | 17,7               | 20,8 | 22,5   | 21 | 14,2                    | 16,3 | 17,8   | 51 |
|                        | V   | -                  | 22,8 | -      | 1  | 14,9                    | 16,3 | 17     | 5  |
| Longitud del protocono | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 5,6                | 6,8  | 8,1    | 22 | 5                       | 6    | 7,1    | 3  |
|                        | II  | 4,6                | 6    | 7,5    | 13 | 4,2                     | 5    | 6,3    | 16 |
|                        | III | 5,1                | 6,4  | 7,6    | 24 | 3,6                     | 4,6  | 5,8    | 23 |
|                        | IV  | 4,1                | 6,6  | 8      | 21 | 4,1                     | 4,8  | 5,9    | 51 |
|                        | V   | -                  | 8,4  | -      | 1  | 4,9                     | 7,1  | 15,1   | 5  |
| Longitud en la base    | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 17,6               | 20,5 | 23     | 22 | 14,1                    | 15   | 16     | 3  |
|                        | II  | 15,6               | 19,3 | 23,3   | 13 | 14,4                    | 15,7 | 16,6   | 16 |
|                        | III | 16,7               | 19,9 | 23,6   | 24 | 13,7                    | 15,2 | 16,9   | 23 |
|                        | IV  | 16,7               | 19,6 | 22,5   | 21 | 13,6                    | 15,1 | 17,2   | 51 |
|                        | V   | -                  | 20,8 | -      | 1  | 13,8                    | 14,6 | 15,4   | 5  |
| Anchura en la base     | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 18,9               | 21,1 | 23,6   | 22 | 15,9                    | 16,8 | 18,1   | 3  |
|                        | II  | 15,9               | 19,3 | 23     | 13 | 15,4                    | 16,2 | 16,7   | 16 |
|                        | III | 18,8               | 20,6 | 22,9   | 24 | 13,4                    | 16,2 | 17,8   | 23 |
|                        | IV  | 17                 | 20,9 | 22,9   | 21 | 14,4                    | 16,2 | 17,8   | 51 |
|                        | V   | -                  | 21,4 | -      | 1  | 14,9                    | 16,3 | 17     | 5  |

Tabla 7: Dimensiones del P<sup>3-4</sup> en distintos grados de desgaste.

Table 7: Dimensions of P<sup>3-4</sup> for different wear degree.

Los huesos, en general, son muy gráciles en ambos yacimientos, aunque en El Arquillo no se pueden dar índices de gracilidad debido a que el material es bastante escaso (tablas 2 a 6 y figs. 7 y 8).

Se han recuperado dos fragmentos distales de McIII y uno de MtIII en el yacimiento de El Arquillo, las dimensiones de ambos huesos son menores a las medias halladas en Las Casiones. Sin embargo, al analizar las 1ªFIII, se encuentran diferencias significativas en la gracilidad, las falanges de El Arquillo son mayores en longitud, pero menores sus anchuras

transversales y anteroposteriores en la extremidad proximal, distal y diáfisis, las falanges de Las Casiones son más cortas y más anchas y por tanto más robustas que las anteriores.

#### Análisis multivariantes.

a.- Análisis de componentes principales (ACP).

Se han realizado ACP con diferentes huesos del esqueleto postcraneal, incluyendo en ellos las localidades de Las Casiones, El Arquillo, Milagros y Con-

| LAS CASIONES           |     | <i>H. gromovae</i> |      |        | N  | <i>H. periafricanum</i> |      |        | N  |
|------------------------|-----|--------------------|------|--------|----|-------------------------|------|--------|----|
|                        |     | (min.)             | ×    | (max.) |    | (min.)                  | ×    | (max.) |    |
| Longitud               | ger | 20,3               | 22,3 | 24,9   | 16 | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 20,2               | 22,2 | 25,2   | 33 | 15,9                    | 18,3 | 19,9   | 16 |
|                        | II  | 19,4               | 21   | 23,2   | 22 | 15,6                    | 17,2 | 19,9   | 21 |
|                        | III | 20,1               | 20,2 | 20,3   | 2  | 14,4                    | 15,1 | 16,1   | 11 |
|                        | IV  | 17,3               | 19,2 | 21,7   | 10 | 13,7                    | 14,9 | 18,6   | 17 |
|                        | V   | 18,1               | 20,4 | 23,8   | 5  | 13,4                    | 15   | 15,9   | 6  |
| Anchura                | ger | 14,1               | 17,2 | 20,1   | 16 | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 16                 | 18,9 | 21,9   | 33 | 11,8                    | 14,4 | 15,6   | 16 |
|                        | II  | 15,6               | 19,2 | 22     | 22 | 14,2                    | 15,9 | 18,2   | 21 |
|                        | III | 18,2               | 19,3 | 20,5   | 2  | 13                      | 15,2 | 16,9   | 11 |
|                        | IV  | 17,2               | 19,1 | 21,1   | 10 | 13,3                    | 14,8 | 16,1   | 17 |
|                        | V   | 17,7               | 20,3 | 21,9   | 5  | 13,4                    | 14   | 14,5   | 6  |
| Longitud del protocono | ger | 5,1                | 6,5  | 7,9    | 16 | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 4,8                | 6,6  | 8,8    | 33 | 4,6                     | 5,6  | 7,5    | 16 |
|                        | II  | 5,3                | 6,3  | 7,1    | 22 | 4,2                     | 5,4  | 6,2    | 20 |
|                        | III | 6,6                | 6,8  | 7      | 2  | 3,9                     | 4,8  | 5,4    | 11 |
|                        | IV  | 4,9                | 6,1  | 7      | 10 | 4                       | 4,8  | 6,6    | 17 |
|                        | V   | 5,6                | 7,1  | 8,7    | 5  | 4,9                     | 5,4  | 5,7    | 6  |
| Longitud en la base    | ger | 17                 | 19,1 | 20,4   | 16 | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 16,9               | 18,9 | 21,1   | 33 | 12,9                    | 14,4 | 15,3   | 16 |
|                        | II  | 17,1               | 18,9 | 21,4   | 22 | 13,6                    | 14,6 | 15,7   | 21 |
|                        | III | 19,4               | 19,8 | 20,2   | 2  | 13,9                    | 14,3 | 15,1   | 11 |
|                        | IV  | 17,4               | 18,8 | 20,3   | 10 | 13,7                    | 14,6 | 18,4   | 17 |
|                        | V   | 17,8               | 20,4 | 23,8   | 5  | 13,4                    | 15   | 15,9   | 6  |
| Anchura en la base     | ger | 18,3               | 19,8 | 21,7   | 16 | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 18,3               | 19,8 | 22     | 33 | 14,5                    | 15,4 | 16,8   | 16 |
|                        | II  | 16,2               | 19,4 | 22,2   | 22 | 14,9                    | 15,7 | 17,4   | 21 |
|                        | III | 20,3               | 20,6 | 21     | 2  | 13,1                    | 14,7 | 16,2   | 11 |
|                        | IV  | 17,1               | 19,2 | 21     | 10 | 13,2                    | 14,7 | 17     | 17 |
|                        | V   | 18,2               | 20,3 | 21,9   | 5  | 13,4                    | 14   | 14,5   | 6  |

Tabla 8: Dimensiones del M<sup>1-2</sup> en distintos grados de desgaste.

Table 8: Dimensions of M<sup>1-2</sup> for different wear degree.

cul. Las variables utilizadas son las principales dimensiones tomadas en cada uno de los huesos siguiendo a Eisenmann *et al.*, 1988.

Los metápodos enteros son muy escasos (tablas 3 y 4), por ello se han excluido algunas de las variables con el fin de poder incluir el mayor número de ejemplares de cada yacimiento. Las variables tomadas en el primer análisis realizado para el McIII son las dimensiones: 1,2,3,4,6,11,12,13 y 14 y los resultados se muestran en la figura 9.

El porcentaje de la varianza es 94,639% para el primer componente y 2,796% para el segundo componente. El componente 1 absorbe prácticamente toda la varianza, influyendo en él de modo semejante todas las variables que como se ha dicho anteriormente corresponden a diferentes dimensiones medidas en cada uno de los ejemplares, por tanto el componente 1 discrimina en función de la talla de los especímenes analizados. En el segundo componente las variables más importantes son la dimensión 3

| LAS CASIONES           |     | <i>H. gromovae</i> |      |        |    | <i>H. periafricanum</i> |      |        |    |
|------------------------|-----|--------------------|------|--------|----|-------------------------|------|--------|----|
|                        |     | (min.)             | ×    | (max.) | N  | (min.)                  | ×    | (max.) | N  |
| Longitud               | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 22,9               | 24   | 25,5   | 9  | 15,7                    | 17,9 | 19,3   | 10 |
|                        | II  | 19,9               | 22,6 | 24,8   | 19 | 16,5                    | 18,2 | 19,6   | 20 |
|                        | III | 20,2               | 22,1 | 25,9   | 20 | 16,1                    | 16,9 | 18,1   | 17 |
|                        | IV  | 19,9               | 21   | 22,7   | 18 | 14,9                    | 16,2 | 17,9   | 30 |
|                        | V   | 21,2               | 22   | 22,6   | 3  | 14,2                    | 15,1 | 17,3   | 10 |
| Anchura                | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 10,3               | 11,4 | 12,2   | 9  | 7,2                     | 8,1  | 8,8    | 9  |
|                        | II  | 10,7               | 12,1 | 14,1   | 19 | 7,1                     | 9,8  | 11,1   | 20 |
|                        | III | 11,3               | 12,6 | 15,6   | 20 | 6,1                     | 8    | 9,2    | 17 |
|                        | IV  | 11,8               | 13,3 | 14,8   | 18 | 9,2                     | 10,3 | 11,6   | 30 |
|                        | V*  | 12,5               | 13,1 | 13,8   | 3  | 9                       | 10   | 12     | 10 |
| Longitud del protocono | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 10                 | 11,1 | 12,5   | 9  | 7,1                     | 8,9  | 10,2   | 10 |
|                        | II  | 8,9                | 10,2 | 12,7   | 19 | 6,9                     | 8,4  | 10     | 19 |
|                        | III | 9,2                | 10,5 | 12,9   | 19 | 9,3                     | 10,1 | 10,8   | 17 |
|                        | IV  | 6,2                | 9,4  | 11,4   | 18 | 5,9                     | 7,5  | 9,2    | 29 |
|                        | V   | 10,2               | 10,6 | 10,8   | 3  | 5,7                     | 6,4  | 8,8    | 9  |
| Longitud en la base    | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 20                 | 21,4 | 22,8   | 9  | 15,1                    | 15,9 | 16,4   | 10 |
|                        | II  | 18,3               | 20,9 | 24,5   | 18 | 14,5                    | 15,9 | 16,7   | 20 |
|                        | III | 18,5               | 21,2 | 25,9   | 20 | 14,8                    | 16   | 17,4   | 17 |
|                        | IV  | 19,2               | 20,7 | 22,3   | 18 | 14,1                    | 15,9 | 17,3   | 30 |
|                        | V   | 21,2               | 22   | 22,6   | 3  | 14,2                    | 15,2 | 17,3   | 10 |
| Anchura en la base     | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 12,3               | 13,2 | 14,3   | 9  | 9,6                     | 10   | 10,7   | 10 |
|                        | II  | 11,8               | 12,8 | 14,5   | 18 | 8,5                     | 9,8  | 10,5   | 20 |
|                        | III | 10,9               | 13,1 | 17     | 20 | 9,1                     | 9,9  | 10,8   | 17 |
|                        | IV  | 11,8               | 13,1 | 14,7   | 18 | 9,2                     | 10,3 | 11,4   | 30 |
|                        | V   | 12,5               | 13,3 | 14,5   | 3  | 9                       | 10   | 12     | 10 |

Tabla 9: Dimensiones del  $P_{3,4}$  en distintos grados de desgaste.  
Table 9: Dimensions of  $P_{3,4}$  for different wear degree.

| LAS CASIONES           |     | <i>H. gromovae</i> |      |        |    | <i>H. periafricanum</i> |      |        |    |
|------------------------|-----|--------------------|------|--------|----|-------------------------|------|--------|----|
|                        |     | (min.)             | x    | (max.) | N  | (min.)                  | x    | (max.) | N  |
| Longitud               | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 21,1               | 23,2 | 24,3   | 19 | 17,7                    | 19,5 | 22,9   | 12 |
|                        | II  | 17,8               | 20,7 | 22,7   | 22 | 16                      | 17,8 | 20,3   | 18 |
|                        | III | 18,8               | 21   | 24,3   | 26 | 15,2                    | 16,2 | 18,7   | 31 |
|                        | IV  | 16,9               | 19,2 | 23     | 24 | 13,7                    | 14,8 | 16,3   | 24 |
|                        | V   | 19,2               | 21,7 | 24,6   | 4  | 13,3                    | 14,1 | 15,4   | 9  |
| Anchura                | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 7,3                | 9,7  | 13,9   | 21 | 6,2                     | 6,6  | 8,6    | 12 |
|                        | II  | 9,2                | 10,7 | 12,1   | 22 | 4,7                     | 5,9  | 6,8    | 18 |
|                        | III | 9,6                | 11,8 | 14     | 26 | 4,4                     | 5,2  | 6,8    | 31 |
|                        | IV  | 9,9                | 11,4 | 14,6   | 24 | 3,1                     | 4,3  | 5,3    | 24 |
|                        | V   | 7,4                | 10,1 | 11,9   | 4  | 7,6                     | 9,1  | 10,3   | 9  |
| Longitud del protocono | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 7,2                | 8,5  | 10,4   | 21 | 5,7                     | 7,9  | 10,8   | 12 |
|                        | II  | 3,3                | 7,2  | 10     | 21 | 7,8                     | 8,8  | 9,9    | 18 |
|                        | III | 5,6                | 8,3  | 11     | 26 | 7,1                     | 8,5  | 9,5    | 31 |
|                        | IV  | 3,7                | 6    | 11     | 24 | 7,9                     | 8,8  | 9,6    | 24 |
|                        | V   | 4,9                | 7,1  | 10,2   | 4  | 2,8                     | 3,5  | 4,2    | 7  |
| Longitud en la base    | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 17,6               | 19,1 | 22,1   | 20 | 14,1                    | 15,1 | 18     | 12 |
|                        | II  | 17,5               | 18,9 | 21,3   | 22 | 13,8                    | 15,2 | 17,5   | 18 |
|                        | III | 17,9               | 20   | 22,5   | 26 | 13,2                    | 14,4 | 15,5   | 31 |
|                        | IV  | 17                 | 18,7 | 22,6   | 24 | 13,7                    | 14,5 | 16,6   | 24 |
|                        | V   | 17,4               | 18,9 | 19,6   | 4  | 13,3                    | 14,1 | 15,4   | 9  |
| Anchura en la base     | ger | -                  | -    | -      | -  | -                       | -    | -      | -  |
|                        | I   | 9,8                | 11,2 | 13,1   | 21 | 8,4                     | 9,1  | 10,5   | 11 |
|                        | II  | 9,5                | 11,3 | 13,8   | 22 | 8,4                     | 9,2  | 9,8    | 18 |
|                        | III | 10                 | 12,3 | 15,8   | 26 | 7,6                     | 8,7  | 10     | 31 |
|                        | IV  | 10,4               | 11,8 | 15,5   | 24 | 7,7                     | 8,8  | 10     | 24 |
|                        | V   | 10,8               | 11,4 | 11,9   | 4  | 7,6                     | 9,1  | 10,3   | 9  |

Tabla 10: Dimensiones del  $M_{1,2}$  en distintos grados de desgaste.Table 10: Dimensions of  $M_{1,2}$  for different wear degree.

(anchura mínima de la diáfisis) y la dimensión 6 (anchura anteroposterior de la extremidad proximal).

El primer eje agrupa a las poblaciones en tres conjuntos: el primero incluye a *H. concudense* del yacimiento de Cerro de la Garita y al único metápodo de talla media conservado en Las Casiones, el segundo corresponde a dos McIII de *H. gromovae* del yacimiento de Milagros y el tercero a dos ejemplares de talla pequeña del yacimiento de Las Casiones. Sin embargo, en el segundo eje no se ve ninguna agrupa-

ción de los ejemplares analizados, todas las poblaciones varían dentro del mismo intervalo.

Se ha realizado un segundo análisis con variables no dependientes del factor talla que absorbía en el primer análisis el 94,639% de la varianza (fig. 10). Las variables corresponden en este caso a índices que relacionan distintas dimensiones independientes de la talla del espécimen analizado. Las dos primeras variables son índices de gracilidad del McIII: I.G.1: dimensión 3x100/dimensión 1 e I.G.2: dimensión

11x100/ dimensión 1 y las restantes relacionan la anchura transversal con el diámetro anteroposterior de la extremidad proximal (dimensión 5/ dimensión 6), distal (dimensión 11/ dimensión 14) y de la diáfisis (dimensión 3/ dimensión 4).

La varianza del primer componente, en este caso, es de 65,455% y de 21,792% para el segundo componente, los caracteres más importantes en el primer componente son los índices de gracilidad y en el segundo componente la relación de las dimensiones 5/6 de la extremidad proximal. El primer eje agrupa a los ejemplares en tres conjuntos, el primero corresponde a los McIII más robustos e incluye el McIII de Las Casiones y tres ejemplares de Concuad, en el segundo grupo se sitúan 5 ejemplares de Cerro de la Garita y un ejemplar de *H. gromovae* de Milagros y en el tercero los dos McIII de talla pequeña de Las Casiones. El segundo eje separa por un lado al ejemplar de Milagros que tiene la anchura transversal de la articulación proximal más grande en relación con

la anchura anteroposterior que el ejemplar de Las Casiones y a éste, a su vez también mayor que los de talla pequeña del mismo yacimiento. Sin embargo, se observa una gran dispersión en los ejemplares de Concuad a lo largo de este eje que indica una gran variabilidad de la relación de las dimensiones 5/6 dentro de la población.

Considerando los dos primeros componentes de los dos análisis realizados, se ha realizado un diagrama de dispersión para ver como se relaciona la talla de los ejemplares con el índice de gracilidad de los mismos y se ha situado en el eje de abscisas el componente 1 del análisis 1 y en el de ordenadas el componente 1 del análisis 2 (fig. 11).

En este diagrama se observa que se individualiza el ejemplar de talla media de Las Casiones que es el más robusto y sin embargo algo menor en talla que los de Concuad cuyo índice de gracilidad es muy variable dentro de la población. El McIII de Milagros es más pequeño en talla que los anteriores y más grá-

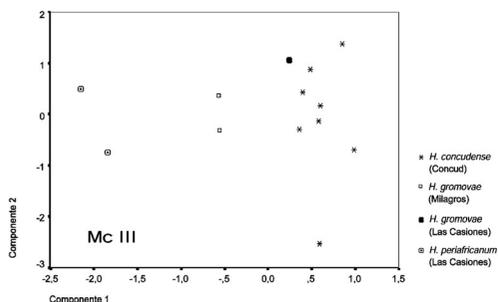


Figura 9.- Análisis 1 de componentes principales realizado en el McIII.

Figure 9.- First Principal component analysis made for the McIII.

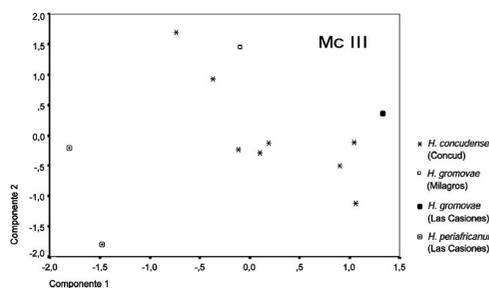


Figura 10.- Análisis 2 de componentes principales realizado en el McIII.

Figure 10.- Second Principal component analysis made for the McIII.

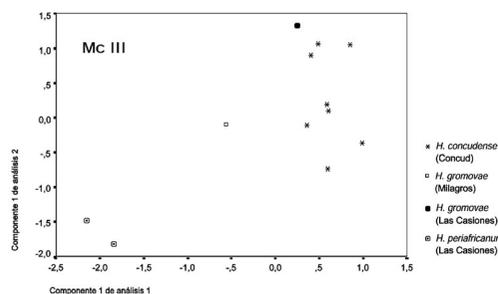


Figura 11.- Diagrama bivalente realizado en el McIII (componente 1 ACP 1 / componente 1 ACP 2).

Figure 11.- Scatter diagram made for the McIII (component 1 PCA 1 vs component 1 PCA 2)

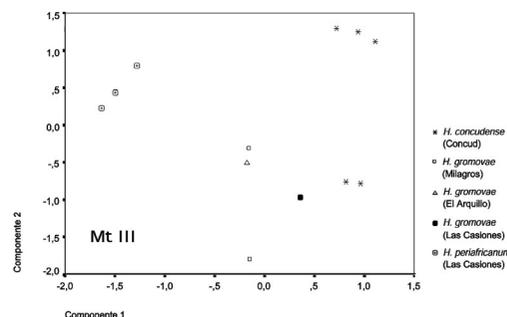


Figura 12.- Análisis 1 de componentes principales realizado en el MtIII.

Figure 12.- First Principal component analysis made for the MtIII.

cil que el de Las Casiones. Por último, muy separados de los anteriores, los ejemplares de talla pequeña de Las Casiones son los más gráciles y los de menores dimensiones.

En el MtIII se han realizado otros dos análisis de componentes principales, el primero de ellos vuelve a tomar como variables las principales dimensiones medidas en los ejemplares que en este caso son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13 y 14. En este primer análisis el porcentaje de la varianza para el primer componente es 97,479% y 1,186% para el segundo componente (fig. 12).

En el componente 1 influyen todas las variables de modo semejante y absorbe prácticamente toda la varianza en función del factor talla. Los ejemplares se agrupan de nuevo en tres conjuntos, en el primero de ellos se sitúan los ejemplares del yacimiento de Cerro de la Garita, correspondientes a los MtIII de mayor tamaño, el segundo grupo contiene a los ejemplares de *Hipparion gromovae* tanto de Milagros como de El Arquillo y entre estos dos grupos se encuentra situado el único MtIII completo de talla media del yacimiento de Las Casiones, ligeramente más cercano a los de Cerro de la Garita que a los de las otras dos localidades; por último, se establece un tercer grupo en el que se encuentran los MtIII de talla pequeña del yacimiento de Las Casiones. En el segundo componente las variables más importantes son la 3 y la 4, correspondientes a las anchuras transversal y anteroposterior de la diáfisis. Los ejemplares de Cerro de la Garita tienen gran variabilidad en relación a estas dos dimensiones y los ejemplares de talla pequeña del yacimiento de Las Casiones se individualizan respecto a los ejemplares de talla media de Las Casiones, Milagros y El Arquillo.

El segundo análisis realizado en el MtIII tiene como variables los mismos índices que los utilizados para el McIII: I.G.1: dimensión 3x100/ dimensión 1; I.G.2: dimensión 11x100/ dimensión 1; relación anchura transversal con el diámetro anteroposterior en la extremidad proximal: dimensión 5/dimensión 6, en la extremidad distal: dimensión 10/dimensión 14 y en la diáfisis: dimensión 3/4 (fig. 13). La varianza en el primer componente es de 73,566% y 15,933% para el segundo componente.

Las variables más importantes en el primer componente son los dos índices de gracilidad utilizados, este eje agrupa a los ejemplares en tres conjuntos; el primero está representado por los más robustos e incluye a *H. concudense* de Cerro de la Garita y al

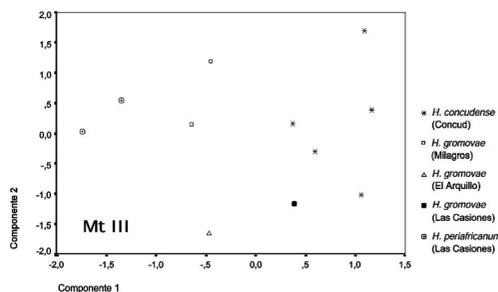


Figura 13.- Análisis 2 de componentes principales realizado en el MtIII.

Figure 13.- Second Principal component analysis made for the MtIII.

ejemplar de Las Casiones de talla media; en el segundo se sitúan los MtIII de Milagros y El Arquillo y, en el tercero, los MtIII de talla pequeña de Las Casiones correspondientes a los más gráciles representados en este diagrama.

La variable más importante en el segundo componente es la relación de diámetros transversal y anteroposterior de la articulación proximal. En los ejemplares de Cerro de la Garita esta relación es muy variable, siendo los de talla pequeña de Las Casiones y los de Milagros los que tienen esta relación mayor y por tanto tienen la articulación proximal más comprimida anteroposteriormente que los de El Arquillo y Las Casiones de talla media.

El diagrama de dispersión realizado con el componente 1 del análisis 1 y el componente 1 del análisis 2 indica que los ejemplares más grandes son los más robustos y se van haciendo más gráciles según va disminuyendo su talla (fig. 14).

El MtIII de talla media de Las Casiones se acerca más en este diagrama a los ejemplares de Concud, los más grandes y robustos, que a los de *H. gromovae* de El Arquillo y Milagros de menor tamaño y mayor gracilidad. Los especímenes de talla pequeña de Las Casiones quedan en la parte inferior del gráfico muy separados de los anteriores, indicando una diferencia significativa en cuanto a talla y gracilidad.

Para las 1FIII se han realizado un análisis de componentes principales, en el que se ha tomado como variables las dimensiones de la 1 a la 8, separándose las falanges correspondientes a la extremidad anterior de las de la extremidad posterior.

El análisis de componentes principales para la 1FIII anterior explica una varianza de 97,765% para el componente 1 que discrimina, como ocurría en los anteriores ejemplos explicados, en función del factor talla ya que todas las dimensiones influyen de modo semejante y 1,143% para el segundo componente en el que las variables más importantes son la longitud máxima de la falange y la longitud anterior (fig. 15).

Las dos falanges de talla media-pequeña de Las Casiones se encuentran situadas respecto al primer eje entre las de Cerro de la Garita que son las más grandes de las representadas, y las de *H. gromovae* de El Arquillo y Milagros; sin embargo, tienen longitudes más largas en relación a las otras dimensiones medidas que los ejemplares de estas tres localidades y los ejemplares de talla pequeña de su misma localidad.

El análisis de componentes principales realizado con las 1FIII posteriores tomando como variables las principales dimensiones tomadas en estos ejemplares

tiene una varianza para el primer componente de 96,358%, influyendo en él todas las variables de forma semejante y discriminando por tanto por el factor talla de los especímenes analizados (fig. 16). En el eje en el que se ha representado este componente los ejemplares se agrupan en dos conjuntos: el primero de ellos incluye a todos los de talla media con Cerro de la Garita situados en la parte de los de mayor tamaño, solapando con los de Las Casiones y a su vez estos con los de Milagros y El Arquillo (que están situados en la zona de los más pequeños). El segundo conjunto está formado por los ejemplares de talla pequeña de Las Casiones, claramente diferenciados de los anteriores. En el segundo componente la varianza es 1,419% y las variables que más influyen son la longitud total y la longitud anterior; la variabilidad de las falanges de Conclud es muy grande respecto a estas dos longitudes, siendo menor en el resto de los ejemplares, que mantienen una relación

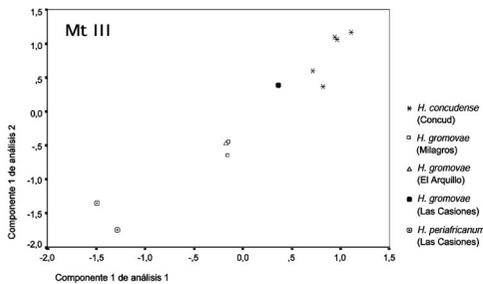


Figura 14.- Diagrama bivalente realizado en el MtIII (componente 1 ACP 1 / componente 1 ACP 2).  
Figure 14.- Scatter diagram made for the MtIII (component 1 PCA 1 vs component 1 PCA 2).

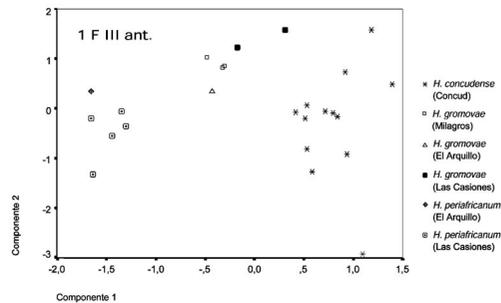


Figura 15.- Análisis 1 de componentes principales realizado en la 1ª FIII ant.  
Figure 15.- First Principal component analysis made for the anterior first phalanx III.

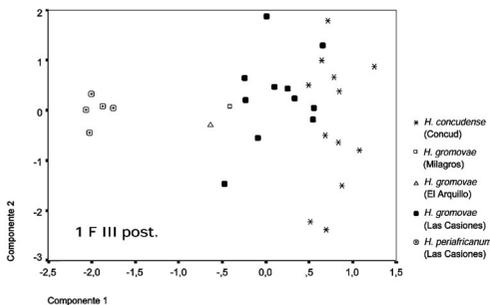


Figura 16.- Análisis 1 de componentes principales realizado en la 1ª FIII post.  
Figure 16.- First Principal component analysis made for the posterior first phalanx III.

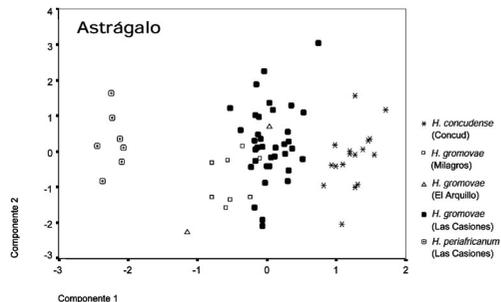


Figura 17.- Análisis de componentes principales realizado en el astrágalo.  
Figure 17.- Principal component analysis made for the astragalus.

constante de las longitudes con el resto de las dimensiones analizadas.

Sobre el astrágalo se ha realizado un único análisis cuyas variables son todas las dimensiones tomadas en los ejemplares de las cuatro localidades analizadas (tabla 5 y fig. 17). La varianza para el componente 1 es 95,67% y 1,69% para el segundo componente. El primer componente discrimina en función de todas las dimensiones que influyen de modo semejante; los ejemplares se han agrupado en tres conjuntos: el primero de ellos incluye a *H. concudense*; en el segundo conjunto están situados los ejemplares de talla media de Las Casiones, muy próximos a los de Cerro de la Garita, e *H. gromovae* de Milagros y El Arquillo que están situados junto con los más pequeños de Las Casiones; en el tercer grupo están incluidos los astrágalos de talla pequeña de Las Casiones.

b.- Análisis discriminante (AD).

Se han establecido cinco grupos basados en los resultados de los análisis de componentes principales realizados: (A) *Hipparion concudense*, (B) *Hipparion gromovae* de las localidades de Milagros y El Arquillo, (C) *Hipparion periafricanum* de El Arquillo, (D) *Hipparion* de talla media-pequeña de Las Casiones y (E) *Hipparion* de talla pequeña de Las Casiones.

En el análisis llevado a cabo en el McIII se separan tres grupos (fig. 18). El primero de ellos está constituido por los McIII de *H. concudense* de Cerro de la Garita y por el único McIII completo de talla media de Las Casiones. Un segundo grupo está formado por *H. gromovae* de Milagros, separado claramente de los anteriores, y un tercer grupo incluye a los McIII de talla pequeña de Las Casiones. En este análisis están clasificados correctamente el 100% de los casos agrupados originales. Sin embargo, el análisis realizado en el MtIII separa claramente al *Hipparion* de talla media de Las Casiones de *H. concudense* y, a su vez, de *H. gromovae* tanto de Milagros como de El Arquillo, que forman un único grupo. El 100% de los casos están en el grupo de pertenencia pronosticado. (fig. 19)

En la 1FIII anterior el análisis discriminante indica que los ejemplares de talla media de Las Casiones están situados entre el grupo de Cerro de la Garita y el grupo de *H. gromovae* de Milagros y El Arquillo y más cercano a este último grupo, estando clasificados correctamente el 100% de los casos (fig. 20). Por

otro lado, las falanges de talla pequeña de Las Casiones se sitúan muy cercanas a la de *H. periafricanum* de El Arquillo (clasificadas correctamente en un 80% y un 20% más cercanas al grupo C de *Hipparion periafricanum* de El Arquillo). Sin embargo, los resultados en el análisis de la 1FIII posterior son algo diferentes: el grupo de talla media de Las Casiones está agrupado correctamente en un 90,9% y solapa en un 9,1% con *H. gromovae*, quedando muy cercano de *H. concudense* que tiene el 100% de los casos agrupados correctamente (fig. 21).

En el astrágalo el resultado es prácticamente el mismo; en este caso el grupo de talla media de Las Casiones está correctamente agrupado en el 94,6% de los casos y solapa en un 5,4% de los casos con el grupo B quedando muy cercano de *H. concudense* que forma un grupo aislado, al igual que el *Hipparion* de talla pequeña de Las Casiones (clasificados ambos correctamente en el 100% de los casos) (fig. 22).

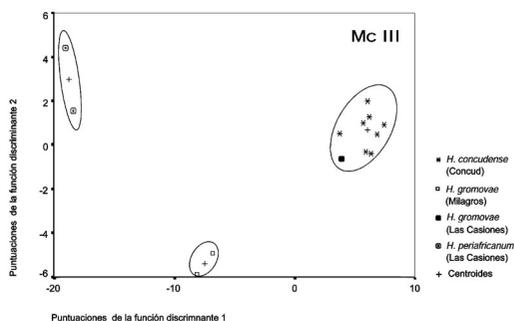


Figura 18.- Análisis discriminante realizado en el McIII.  
Figure 18.- Discriminant analysis based on the PCA results for the McIII.

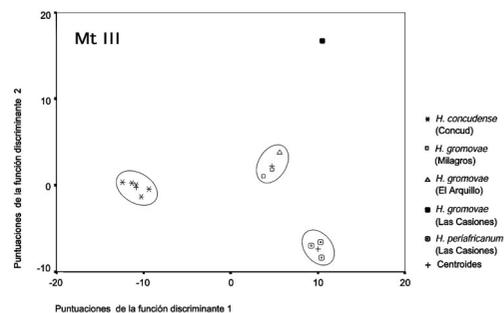


Figura 19.- Análisis discriminante realizado en el MtIII.  
Figure 19.- Discriminant analysis based on the PCA results for the MtIII.

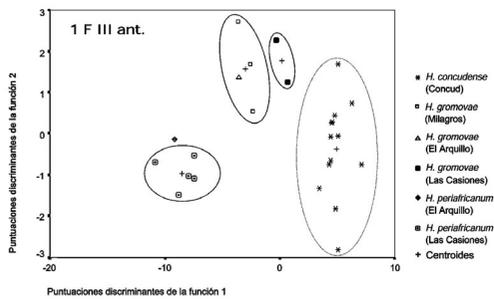


Figura 20.- Análisis discriminante realizado en la 1ª FIII ant.  
 Figure 20.- Discriminant analysis based on the PCA results for the anterior first phalanx III.

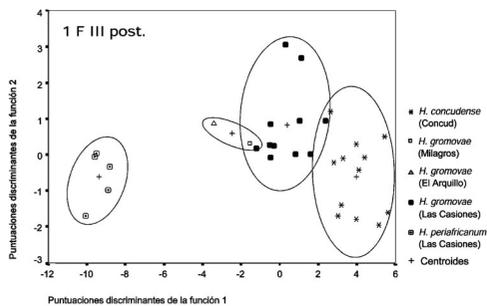


Figura 21.- Análisis discriminante realizado en la 1ª FIII post.  
 Figure 21.- Discriminant analysis based on the PCA results for the posterior first phalanx III.

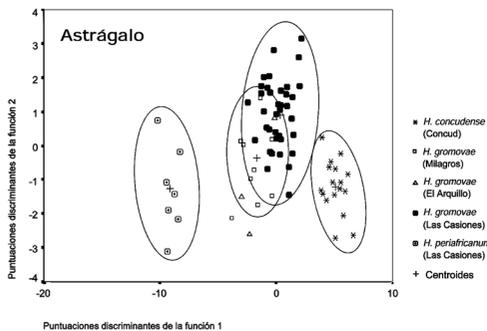


Figura 22.- Análisis discriminante realizado en el astrágalo.  
 Figure 22. Discriminant analysis based on the PCA results for the astragalus.

Las características observadas, tanto morfológicas como biométricas, en los ejemplares analizados de *Hipparion gromovae* de Las Casiones, indican cierta similitud con las formas de *Hipparion concudense* del Turoliense medio e *Hipparion gromovae* del Turoliense superior. Sin embargo, las dimensiones

tomadas en todos los elementos, tanto de la dentición como del esqueleto postcranial siguen una gradación de mayor a menor = Cerro de la Garita > Las Casiones > Milagros > El Arquillo. Así mismo, los caracteres morfológicos observados y los análisis estadísticos realizados indican para el *Hipparion* de Las Casiones una posición intermedia entre *Hipparion concudense* de Cerro de la Garita e *Hipparion gromovae* de Milagros y El Arquillo.

Estas características parecen indicar una relación evolutiva entre estas poblaciones que coincide con la posición bioestratigráfica de los cuatro yacimientos a los que pertenecen propuesta por VAN DAM (1997) en base a micromamíferos. Pudiéndose, de este modo, inferir su valor biocronológico.

## PALEOECOLOGÍA

En este trabajo se proponen inferencias paleoecológicas obtenidas a partir de caracteres morfométricos observados en el esqueleto postcranial de los ejemplares estudiados del género *Hipparion* en el yacimiento de Las Casiones.

EISENMANN (1984) propone, usando datos osteológicos y ecológicos sobre poblaciones de caballos actuales, tres relaciones entre tres rasgos anatómicos y tres características ambientales. La primera de ellas relaciona la longitud de los huesos de las extremidades con ambientes abiertos o cerrados, cuanto más largos sean éstos estarán mejor adaptados a ambientes abiertos. La segunda relaciona la anchura de las terceras falanges con suelos duros o blandos, cuanto más ancha es la tercera falange tiene más superficie de apoyo y por tanto está mejor adaptada a sustratos blandos. Por último, relaciona entre la gracilidad de los metápodos con condiciones secas o húmedas, metápodos más gráciles indicarían condiciones más secas. Estas relaciones han sido utilizadas por dicha autora como indicadores climáticos durante el Plioceno y el Pleistoceno, utilizando datos morfométricos observados en ejemplares del género *Equus* de localidades europeas y africanas (EISENMANN & KARCHOUD, 1982; EISENMANN & GUÉRIN, 1984; EISENMAN, 1985).

Posteriormente, esta misma autora (EISENMANN, 1995) ha utilizado el índice de gracilidad y las relaciones entre distintas dimensiones de McIII y MtIII del género *Hipparion* como indicadores climáticos durante el Mioceno. El primer criterio utilizado por

esta autora viene dado por el aumento en la gracilidad de los metápodos como consecuencia de una disminución de la anchura mínima de la diáfisis (medida 3), interpretando que los climas más secos se corresponden con un aumento de la gracilidad (GROMOVA, 1952). Por otro lado, un aumento de la anchura anteroposterior de la diáfisis (medida 4) como consecuencia de un cambio hacia una posición posterior de los metápodos laterales, podría ser considerado como una adaptación a la carrera para favorecer una locomoción más rápida (GROMOVA, 1952). Este cambio de posición de los metápodos laterales viene normalmente acompañado por un aumento de los diámetros anteroposteriores, tanto de la diáfisis como de las extremidades proximales y distales (medidas 4, 6, 12, 13 y 14). Por último, la relación entre la longitud del metápodo (medida 1) respecto a la longitud de otros huesos de las extremidades indicaría también una adaptación a la carrera según aumentara esta relación (GREGORY, 1912; OSBORN, 1929).

Se podría, por tanto, interpretar que los metápodos con diáfisis anchas anteroposteriormente están asociados con ambientes de sabana, únicamente basándose en suposiciones probables pero no necesariamente ciertas: el aumento de la anchura anteropos-

terior de la diáfisis está relacionado con un cambio hacia una posición posterior de los metápodos laterales; que ese movimiento favorecería una locomoción más rápida; la rápida locomoción sería beneficiosa en ambientes abiertos y, por último, estos ambientes abiertos son secos (EISENMANN, 1995).

Por tanto, la asociación entre metápodos comprimidos anteroposteriormente y ambientes forestales sería también válida solo si: la disminución de la anchura anteroposterior de la diáfisis está relacionada con metápodos laterales en posición lateral, en los cuales la movilidad lateral es importante; si la movilidad lateral es más beneficiosa sobre suelos irregulares en los cuales hay obstáculos semejantes a árboles y, por último, si los árboles crecen normalmente en condiciones húmedas (EISENMANN, 1995).

Estos criterios deben tomarse con cautela y siempre comparados con otro tipo de metodología que considere el conjunto de los taxones registrados en una asociación para hacer inferencias ecológicas.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el yacimiento de Las Casiones únicamente se cuenta con las dimensiones de McIII y MtIII tanto de

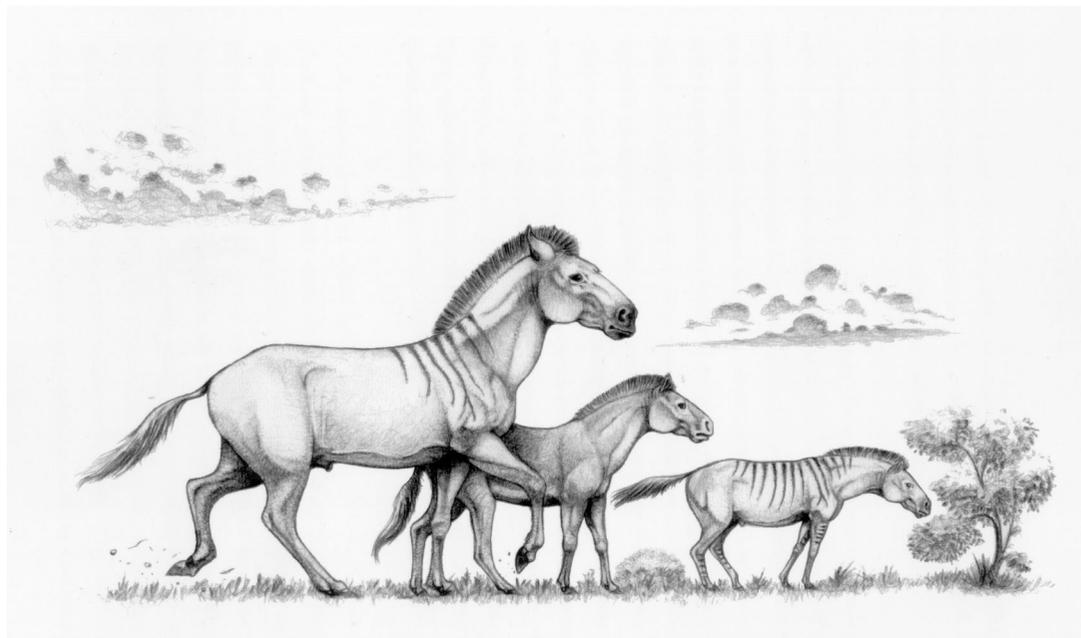


Figura 23.- Reconstrucción en vida de las especies *Hipparion primigenium*, *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum*, presentes en el yacimiento de Las Casiones (escala, arbusto = 1m). Ilustración: ISRAEL SÁNCHEZ.

Figure 23.- Life reconstruction of *Hipparion primigenium*, *Hipparion gromovae* and *Hipparion periafricanum* species, identified in the locality of Las Casiones (scale, shrub = 1m). Illustration: ISRAEL SÁNCHEZ.

*Hipparion gromovae* como de *Hipparion periafricanum* para poder intentar hacer inferencias paleoecológicas, debido a que el resto de los huesos largos de las extremidades se encuentran fracturados y no se cuenta con ninguna 3ª FIII. Estos datos, por tanto, hay que tomarlos con mucha prudencia debido, por un lado, a la escasez de material utilizado en los análisis y, por otro, a los posibles errores derivados del método utilizado.

Se han realizado dos diagramas de relación de Simpson con las medias de las principales dimensiones de los McIII y MtIII de las especies *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum* de los yacimientos de Las Casiones, El Arquillo y Cerro de la Garita comparados con *Hipparion gromovae* del yacimiento de Milagros. Estos diagramas se utilizan para comparar gráficamente la relación relativa entre dimensiones absolutas de un número de animales o grupos de animales (SIMPSON, 1941, 1963). Uno de estos grupos de animales, en este caso la población de *H. gromovae* de la localidad de Milagros, se toma como referencia para la comparación relativa con el resto de las poblaciones. A continuación, todas las dimensiones absolutas se transforman logarítmicamente, representándose en el eje de ordenadas un

nuevo valor que viene dado por la diferencia entre el valor logarítmico y el de referencia para cada uno de los especímenes o grupos representados:

$$d = \log X - \log \text{referencia}$$

En el diagrama del McIII (fig. 24) las relaciones entre las dimensiones de *H. concudense* e *H. gromovae* de Las Casiones son muy similares. Sin embargo, *H. gromovae* de El Arquillo es mucho más grácil (la medida 3 es menor respecto a la longitud total del McIII) y la anchura anteroposterior de la diáfisis respecto a la transversal es mayor que en los dos yacimientos anteriores (la medida 4 es mayor respecto a la 3). Estas diferencias van también acompañadas con un aumento relativo de las anchuras anteroposteriores de la extremidad distal del McIII en *H. gromovae* de El Arquillo respecto a *H. gromovae* de Las Casiones. La especie *H. periafricanum* de Las Casiones es la que tiene los metápodos más gráciles, aunque la tendencia general de todas las dimensiones es muy similar a la de *H. gromovae* de su mismo yacimiento y a la de *H. concudense* de Cerro de la Garita. Otra diferencia notable es el aumento relativo del diámetro de la faceta anterior para el segundo carpal

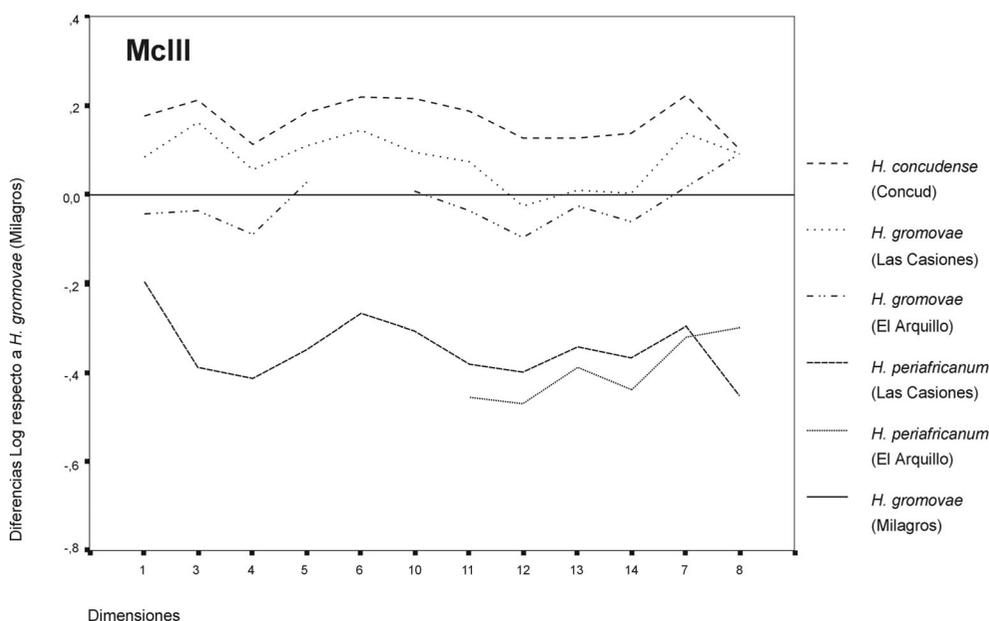


Figura 24.- Diagrama de Simpson realizado en el McIII de *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum* de Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros.

Figure 24.- Simpson relation diagram made for the McIII of *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* and *Hipparion periafricanum* from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo, and Milagros localities.

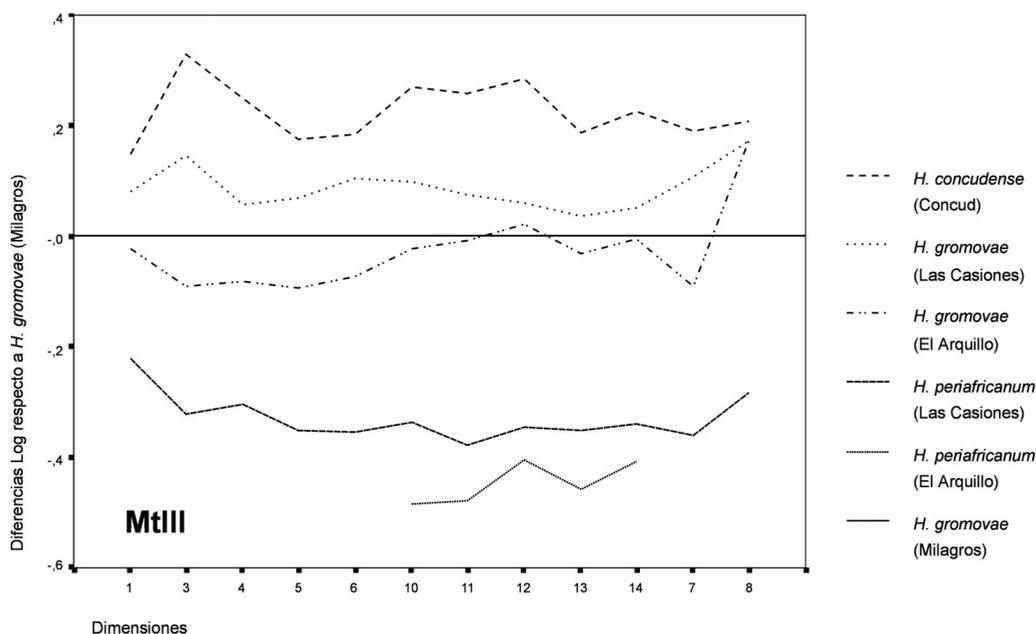


Figura 25.- Diagrama de Simpson realizado en el MtIII de *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum* de Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo y Milagros.

Figure 25.- Simpson relation diagram made for the MtIII of *Hipparion concudense*, *Hipparion gromovae* and *Hipparion periafricanum* from Cerro de la Garita, Las Casiones, El Arquillo, and Milagros localities.

(dimensión 8) en El Arquillo respecto a Cerro de la Garita y Las Casiones, tanto en *H. gromovae* como en *H. periafricanum*.

En el diagrama para el MtIII (fig. 25) se repiten las mismas diferencias: *H. gromovae* de El Arquillo tiene los metápodos más gráciles que *H. gromovae* de Las Casiones y que *H. concudense* de Cerro de la Garita; la anchura anteroposterior de la diáfisis es mayor respecto a la transversal; las anchuras anteroposteriores de la extremidad distal (medidas 12, 13 y 14) y el diámetro de la faceta para el cuarto tarsal (medida 8) aumentan respecto a las demás dimensiones. Sin embargo, en este diagrama se pueden observar ligeras diferencias entre *H. gromovae* de Las Casiones e *H. concudense* de Cerro de la Garita: los MtIII de Las Casiones son algo más gráciles; la diáfisis es algo más comprimida en Las Casiones (diámetro anteroposterior menor respecto al transversal) y los diámetros anteroposteriores de la extremidad distal son menores en Las Casiones que en Cerro de la Garita.

Siguiendo el método propuesto por EISENMAN (1995), se podría inferir un clima relativamente más seco en El Arquillo que en Las Casiones y Cerro de

la Garita debido a la mayor gracilidad de los metápodos. Las anchuras anteroposteriores de los metápodos, mayores también en El Arquillo, indicarían un movimiento de los metápodos laterales hacia una posición más posterior que facilitaría una mejor adaptación a la carrera. La posición más lateral de los metápodos laterales en los especímenes de Las Casiones y Cerro de la Garita facilitaría el apoyo de estos metápodos en medios irregulares con mayor número de obstáculos. El mayor desarrollo de la faceta anterior para el segundo carpal (medida 8) no implica directamente ninguna inferencia ambiental; sin embargo se ha observado un mayor desarrollo de la misma en las poblaciones de *Hipparion* del Turoliense que en las del Vallesiense (EISENMAN, 1995). Por tanto, estos resultados permiten inferir un ambiente más abierto en El Arquillo que en Las Casiones, más seco y probablemente más cálido.

La similitud encontrada entre Cerro de la Garita y Las Casiones permite interpretar un ambiente muy similar en ambos yacimientos, quizá algo más seco y cálido en Las Casiones debido a la mayor gracilidad de los MtIII de *H. gromovae* de este yacimiento.

Al comparar estas interpretaciones con los resultados procedentes de distintos tipos de metodologías utilizadas por otros autores, se aprecia cierta concordancia entre las inferencias realizadas con la morfología de los metápodos del género *Hipparion* y las realizadas con el conjunto de los taxones registrados en estas asociaciones.

ALCALÁ (1992, 1994) utiliza dos métodos aplicados previamente en varios estudios paleontológicos de mamíferos: cenogramas y espectros de diversidad ecológica. El estudio está realizado en ocho yacimientos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel, entre los que no está incluido el yacimiento de Las Casiones, debido a que en el momento de la realización del trabajo no se contaba con un muestreo detallado de la asociación fósil. Sin embargo, sí están incluidos los yacimientos de El Arquillo y Cerro de la Garita. Según los resultados, estas dos asociaciones se caracterizan por indicar las condiciones ambientales más húmedas de todos los yacimientos estudiados; sin embargo, analizando los resultados de estos dos yacimientos por separado (ALCALÁ 1994, fig. 8.3.), se interpreta una disminución relativa de la humedad y de la vegetación y un aumento de la temperatura en el yacimiento de El Arquillo respecto a Cerro de la Garita.

VAN DAM & WELTJE (1998) utilizan, sin embargo, un método basado en la abundancia relativa de las asociaciones de roedores para una estimación de niveles relativos de cuatro parámetros climáticos: humedad, temperatura, estacionalidad y estabilidad climática. El estudio está realizado sobre 67 asociaciones de roedores del Mioceno superior de España, Francia, Austria y Grecia e incluye los yacimientos de Cerro de la Garita y Las Casiones. Los resultados indican unas condiciones climáticas muy similares entre estas dos localidades con ligero aumento de la temperatura y una pequeña disminución de la humedad en el yacimiento de Las Casiones respecto a Cerro de la Garita.

Estos resultados concuerdan con los procedentes del análisis de la morfología de los metápodos en estos dos yacimientos: climas muy parecidos en las localidades de Cerro de la Garita y Las Casiones, algo más seco y cálido en el Arquillo y probablemente un medio más abierto en este último.

Sin embargo, al contrastar estos resultados con las interpretaciones paleoclimáticas realizadas por otros autores (LÓPEZ MARTÍNEZ *et al.*, 1986; CALVO *et al.*, 1993), resumidas en curvas de humedad y temperatu-

ra, se observan notables diferencias. Estas curvas permiten definir varios cambios climáticos a lo largo del Neógeno en España; en ellas se detecta un periodo de sequedad relativa en el Turoliense medio, con un aumento progresivo de la humedad y disminución de la temperatura durante el Turoliense superior.

## CONCLUSIONES

- En el yacimiento de Las Casiones hay representadas tres especies distintas del género *Hipparion*. La primera de ellas se ha asignado a la especie *Hipparion primigenium*; su característica fundamental es la gran talla. No se ha podido presentar una descripción morfológica exhaustiva de los dos únicos huesos representados, cuya única característica determinante para incluirlo dentro de la especie *H. primigenium* es su tamaño. El segundo grupo corresponde a un *Hipparion* de talla media, asignado a la especie *Hipparion gromovae*, del cual hay abundante material, tanto craneal como postcraneal. Por último, un tercer grupo de *Hipparion* de pequeño tamaño, asignado a *Hipparion periafricanum*, está también muy bien representado en el yacimiento.

- Se han caracterizado tanto morfológica como biométricamente las especies *Hipparion gromovae* e *Hipparion periafricanum*. Estas dos especies son típicas endémicas de las cuencas españolas y muy abundantes en el registro del Turoliense superior, especialmente de la Fosa de Teruel.

La especie *Hipparion gromovae* en el yacimiento de Las Casiones está caracterizada por el tamaño medio tanto de la dentición como del esqueleto postcraneal, más pequeño que *Hipparion concudense* del yacimiento de Cerro de la Garita y mayor que *Hipparion gromovae* de El Arquillo, localidad tipo de esta especie. La dentición está caracterizada por un plegamiento medio del esmalte en la superficie oclusal, tanto de dientes inferiores como superiores y por un grado de hipsodancia medio.

La especie *Hipparion periafricanum* de Las Casiones está caracterizada por su pequeña talla, dentición muy hipsodonta con un plegamiento del esmalte muy sencillo y esqueleto postcraneal muy grácil.

- Los análisis, tanto morfológicos como biométricos, realizados con la población de *Hipparion gromovae* de Las Casiones, indican similitud con las formas de *Hipparion gromovae* de El Arquillo y Milagros e *Hipparion concudense* de Cerro de la Garita

utilizados como material de comparación. Las dimensiones tomadas en todos los elementos, tanto de la dentición como del esqueleto postcranial, presentan la siguiente gradación de menor a mayor El Arquillo < Milagros < Las Casiones < Cerro de la Garita. Los caracteres morfológicos observados y los análisis estadísticos realizados (análisis de componentes principales y análisis discriminante) también indican para los ejemplares de Las Casiones una posición intermedia entre *Hipparion concudense* e *Hipparion gromovae* de los yacimientos de comparación.

El conjunto de los análisis realizados con la población de *Hipparion periafricanum* de Las Casiones, indica que es muy similar con las población de *Hipparion periafricanum* del yacimiento de El Arquillo, utilizado como material de comparación.

- Los ejemplares de *Hipparion gromovae* del Turoliense superior de Las Casiones parecen estar relacionados evolutivamente con la forma de *Hipparion concudense* del Turoliense medio y con las formas de *Hipparion gromovae* de Milagros y El Arquillo, que ocupan una posición cronológica más alta dentro del Turoliense superior que el yacimiento de Las Casiones. La interpretación biocronológica obtenida en este trabajo coincide con la bioestratigráfica propuesta por otros autores en esta zona. Sin embargo, para establecer relaciones filogenéticas entre las especies que vivieron durante el Turoliense en la fosa de Teruel, se hace necesario un estudio exhaustivo de todas las poblaciones registradas durante este periodo temporal, que será objeto de un trabajo posterior.

- La interpretación paleoclimática realizada en los yacimientos de Las Casiones, El Arquillo y Cerro de la Garita, utilizando caracteres morfológicos observados en los metápodos del género *Hipparion* de estas tres localidades, permite inferir condiciones climáticas muy similares en las localidades de Cerro de la Garita y Las Casiones y un ambiente más abierto, clima más seco y probablemente más cálido en el yacimiento del Arquillo. Estos resultados se han comparado con los obtenidos por otros autores que han utilizado, por una parte, cenogramas y espectros de diversidad ecológica considerando el conjunto de taxones registrados en los yacimientos y por otra, la abundancia relativa de las asociaciones de roedores en estas poblaciones. Los resultados de estos trabajos concuerdan con las inferencias paleoclimáticas, anteriormente expuestas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo, con pequeñas modificaciones, constituye la Tesis de Licenciatura presentada en Mayo de 2000. Mi agradecimiento a Luis ALCALÁ MARTÍNEZ, director de la misma, su interés y dedicación, a la Dra. M<sup>a</sup> Teresa ALBERDI, que ha puesto a mi disposición sus amplios conocimientos y su larga experiencia en el estudio del género *Hipparion* y al Dr. José Pedro CALVO su colaboración y asesoramiento científico.

Mi agradecimiento al Museo Nacional de Ciencias Naturales donde ha sido realizado este trabajo (Begoña SÁNCHEZ, conservadora de las colecciones de Paleontología de Vertebrados, Laboratorio de Restauración y Servicio de Fotografía).

Este trabajo se ha realizado dentro del marco "Excavación paleontológica en el yacimiento de Las Casiones (Villalba Baja, Teruel)". Número de expediente 040/93 y 064/94 del programa anual del Plan General de excavaciones y prospecciones arqueológicas y paleontológicas, Departamento de Educación y Cultura, Diputación General de Aragón y del proyecto de investigación de la Dirección General de Enseñanza Superior (PB98-0691-C03-01).

## BIBLIOGRAFÍA

- ADROVER, R. & ALCALÁ, L. 1991. Riqueza paleontológica del Terciario Turoliense. En: *Introducción a la Geología de la Provincia de Teruel*. M. GUTIÉRREZ & A. MELÉNDEZ, Eds. págs. 127-136. Instituto de Estudios Turoleses. Teruel.
- MEIN, P. & MOISSENET, E. 1978. Nuevos datos sobre la edad de las formaciones continentales neógenas de los alrededores de Teruel. *Estudios Geológicos*, **34**: 205-214.
- ALCALÁ, L., MEIN, P., MOISSENET, E. & ORRIOS, J. 1986. Mamíferos del Turoliense medio en la Rambla de Valdecebro (Teruel). *Estudios Geológicos*, **42**: 495-509.
- ALBERDI, M.T. 1972. *El género Hipparion en España. Nuevas formas en Castilla y Andalucía, revisión e historia evolutiva*. Tesis, Univ. Complutense Madrid, 368 pp., 236 tab., 116 lám.
- 1974a. El género *Hipparion* en España. Nuevas formas en Castilla y Andalucía, revisión e historia evolutiva. *Trabajos Neógeno Cuaternario*, **1**: 1-146, 56 tab., 7 lám.
- 1974b. Las faunas de *Hipparion* de los yacimientos españoles. *Estudios Geológicos*, **30**: 189-212.
- 1978. El género *Hipparion* en la provincia de Teruel (España). *Teruel*, **60**: 33-48.
- 1981. El género *Hipparion* en el yacimiento de los Valles de Fuentidueña. *Estudios Geológicos*, **37**: 425-437.

- 1989. A review of Old World Hipparionine horses. In: *The evolution of Perissodactyla*. PROTHERO, D. R. & SCHOCH, R. M., Eds. págs. 234-61. Oxford University Press. New York.
- & ALCALÁ, L. 1989-1990. El género *Hipparion* en la fosa de Alfambra-Teruel. *Paleontología i Evolució*, **24**.
- & ALCALÁ, L. 1999. A study of the new samples of the Pliocene *Hipparion* (Equidae, Mammalia) from Spain and Bulgaria. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, **89**: 167-186.
- & MORALES, J. 1981. Significado bioestratigráfico del género *Hipparion* en España. *Teruel*, **66**: 61-66.
- PRADO, J.L. & ORTIZ-JAUREGUIZAR, E. 1995. Patterns of body size changes in fossil and living Equini (Perissodactyla). *Biological Journal of the Linnean Society*, **54**: 349-370, 5 fig.
- ALCALÁ, L. 1992. *Macromamíferos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel*. Tesis, Univ. Complutense Madrid, XVI + 521 pp.
- 1994. *Macromamíferos neógenos de la fosa de Alfambra-Teruel*. 554 pp. Instituto de Estudios Turolenses, Teruel.
- MONTOTOYA, P. & MORALES, J. 1994. New large mustelids from the Late Miocene of the Teruel Basin (España). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **319**, II: 1093-1100.
- ALONSO ZARZA, A.M., ANADÓN, P., CALVO, J.P., ORTÍ, F., ROSELL, L. & VAN DAM, J.A. 1997. Neógeno de la Fosa de Teruel. En: *Itinerarios Geológicos en el Terciario del Centro y Este de la Península Ibérica*. L. ALCALÁ & A.M. ALONSO ZARZA, Eds. págs. 7-41. UCM-CSIC, Madrid.
- ALONSO, A.M. CALVO, J.P. & VAN DAM, J. 1999. Neógeno de la Fosa de Teruel. En: *XXXIII Curso de Geología Práctica*. A. MELÉNDEZ, Ed. págs. 95-116. Universidad de Verano de Teruel, Teruel.
- & MONTOTOYA, P. 1998a. *Hystrix primigenia* (WAGNER, 1848) (Rodentia, Mammalia) del Turolense superior (MN 13) de Las Casiones (Teruel, España). *Revista Española de Paleontología*, **13**: 139-147.
- & MONTOTOYA, P. 1998b. *Hexaprotodon crusafonti* (Hippopotamidae, Mammalia) del Mioceno superior de El Arquillo (Fosa de Teruel). *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geol.)*, **94**: 93-100.
- SESÉ, C. & MORALES, J. 1986. Hallazgo de Hiracoideos en el área de Teruel. Nuevos datos sobre el tránsito Vallesiense-Turolense. *Paleontología i Evolució*, **20**: 69-78.
- ALONSO-ZARZA, A.M. & CALVO, J.P. 2000. Palustrine sedimentation in an episodically subsiding basin: the Miocene of the northern Teruel Graben. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **160**: 1-21.
- ANADÓN, P., CABRERA, L., JULIÁ, R., ROCA, E., & ROSELL, L. 1989. Lacustrine oil-shale in Tertiary grabens from NE Spain (Western European rift system). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **70**: 7-28.
- & MOISSENET, E. 1996. Neogene basins in the Eastern Iberian Range. En: *Tertiary basins of Spain. The stratigraphic record of crustal kinematics*. World and Regional Geology **6**: 68-76. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- BRUIJN, H., DAAMS, R., DAXNER-HÖCK, G., FAHLBUSCH, V., GINSBURG, L., MEIN, P. & MORALES, J. 1992. Report of the RCMNS working group on fossil mammals, Reisenburg 1990. *Newsletters on Stratigraphy*, **26** (2/3): 65-118.
- CALVO J.P., ALCALÁ, L., ALONSO ZARZA, A.M., VAN DAM, J. & GUTIERREZ SANTOLALLA, F. 1999. Estratigrafía y estructura del área de Los Mansuetos (Cuenca de Teruel). Precisiones para la definición del estratotipo del Turolense. *Geogaceta*, **25**: 55-58.
- DAAMS, R., MORALES, J., LÓPEZ-MARTÍNEZ, N., AGUSTÍ, J., ANADÓN, P., ARMENTEROS, I., CABRERA, L., CIVIS, J., CORROCHANO, A., DÍAZ-MOLINA, M., ELIZAGA, E., HOYOS, M., MARTÍN-SUÁREZ, E., MARTÍNEZ, J., MOISSENET, E., MUÑOZ, A., PÉREZ-GARCÍA, A., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., PORTERO, J.M., ROBLES, F., SANTISTEBAN, C., TORRES, T., VAN DER MEULEN, A.J., VERA, J.A. & MEIN, P. 1993. Up-to-date Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Revista Sociedad Geológica de España*, **6**: 29-40.
- CERDEÑO, E. 1989. *Revisión de la sistemática de los rinocerontes del Neógeno de España*. Colec. Tes. Doct. Univ. Complutense Madrid, 306/89: 1-429, 64 tab., 51 lám.
- 1989-90. Los rinocerótidos del Mioceno superior de España. *Paleontología i Evolució*, **23**.
- CHRISTOL, J. DE 1832. Description. *Annales Science L'Industrie du Midi de la France*, **1**: 1-180.
- CRUSAFONT, M. 1965. Observations à un travail de M. Freudenthal and P.Y. Sondaar sur des nouveaux gisements à *Hipparion* d'Espagne. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen*, **68**: 121-126.
- DAAMS, R. & FREUDENTHAL, M. 1981. Aragonian: the Stage concept versus Neogene Mammal Zones. *Scripta Geol.*, **62**: 1-17.
- EISENMANN, V. 1984. Sur quelques caractères adaptatifs du squelette d'*Equus* (Mammalia, Perissodactyla) et leurs implications paléocologiques. *Bulletin Museum National D'Histoire Naturelle*, **4**(6): 185-195.
- 1985. Indications Paléocologiques fournies par Les *Equus* (Mammalia, Perissodactyla) Pléistocènes d'Afrique. *L'environnement des Homínides au Plio-Pléistocène*, **6**: 57-79. Paris.
- 1995. What metapodial morphometry has to say about some Miocene Hipparions. In: *Paleoclimate and Evolution, with Emphasis on Human Origins*. E.S. VRBA, G.H. DENTON, T.C. PARTRIDGE & L.H. BURCKLE, Eds. págs. 148-164. Yale University Press. New Haven and London.
- & KARCHOUD, A. 1982. Analyses multidimensionnelles de métapodes d'*Equus sensu lato* (Mammalia, Perissodactyla). *Bulletin Museum National D'Histoire Naturelle, Paris*, 4e sér., 4, section C, 1-2: 75-103.
- ALBERDI, M.T., DE GIULI, C. & STAESCHE, U. 1988. Collected papers after the 'New York International *Hipparion* Conference, 1981. En: *Studying fossil horses 1, Methodology*. M. WOODBRUNE, P. SONDAAR, Eds., 77 pp.
- & GUÉRIN, C. 1984. Morphologie fonctionnelle et environnement chez les Périssodactyles. *Géobios*, **8**: 69-74.
- FORSTEN, A. 1968. Revision of Palearctic *Hipparion*. *Acta Zoologica Fennica*, **119**: 1-134.
- 1979. Analysis of samples of *Hipparion* (Mammalia, Perissodactyla) from the Concud localities, Turolian of Spain. *Geobios*, **12**: 283-290.

- 1982. *Hipparion primigenium melendezi* Alberdi reconsidered. *Annales Zoologici Fennici*, **19**: 109-113.
- 1985. *Hipparion primigenium* from Höwenegg/Hegau, FRG. *Annales Zoologici Fennici*, **22**: 417-422.
- FRAILE, S., PÉREZ, B., DE MIGUEL, I. & MORALES, J. 1997. Revisión de los carnívoros presentes en los yacimientos del Neógeno español. En: *Avances en el conocimiento del Terciario Ibérico*. J.P. CALVO Y J. MORALES, Eds. págs. 37-40.
- GARCÉS, M., KRIJGSMAN, W., VAN DAM, J., CALVO, J.P., ALCALÁ, L. & ALONSO ZARZA, A.M. 1997. Late Miocene alluvial sediment from the Teruel area: magnetostratigraphy, magnetic susceptibility and facies organization. *Acta Geológica Hispanica*, **32** (3-4): 171-184.
- GOULD, S.J. 1972. Allometric fallacies and the evolution of *Gryphaea*. *Evolutionary Biology*, **6**: 91-119.
- 1974. The origin and function of 'bizarre' structures: antler size and skull size in the 'Irish elk', *Megaloceros giganteus*. *Evolution*, **28**: 191-220.
- GRAY, J.E. 1825. A revision of the Family Equidae. *Zoological Journal*, **1**: 241-248.
- GREGORY, W.K. 1912. Notes on the principles of quadrupedal locomotion and on the mechanisms of the limbs of hoofed animals. *New York Academy of Sciences*, **22**: 267-294.
- GROMOVA, V. 1949. Histoires des chevaux (genre *Equus*) de l'ancien monde. 1ère partie: revue et description des formes. *Trav. Inst. Paléont. Acad. Sci. URSS*, **17** (1): 1-373.
- 1952. Le genre *Hipparion* (d'après les matériaux de Tarakha, Pavlodar et autres). *Bur. Rech. Geol. Min.* (trad. de St.-Aubin), 1-288, 137 tab., XVII tab., 13 lám.
- GUIMERA, J. 1997. Las fosas neógenas de Teruel y el Jiloca: su relación con la estructura cortical. En: *Avances en el conocimiento del Terciario Ibérico*. J.P. CALVO & J. MORALES, Eds. págs. 105-108. UCM-CSIC, Madrid.
- HUSSEIN, S.T. 1971. Revision of *Hipparion* (Equidae, Mammalia) from the Siwalik Hills, of Pakistan and India. *Bayerischen Akademie Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse München*, **147**: 1-68.
- KOUFOS, G.D. 1984. A new *Hipparion* (Mammalia, Perissodactyla) from the Vallesian (Late Miocene) of Greece. *Palaontologische Zeitschrift*, **58** (3/4): 307-317.
- 1985. *Hipparion* sp. (Equidae, Perissodactyla) from Diavata (Thessaloniki, northern Greece). *Bulletin Museum National D'Histoire Naturelle. (Geol.)*, **38** (5): 335-345.
- 1986. Study of the Vallesian hipparions of the Lower Axios Valley (macedonia, Greece). *Geobios*, **19**: 61-79.
- 1987. Study of the Pikermi hipparions. *Bulletin Museum National D'Histoire Naturelle, Paris*, 4e sér., **9**, C, n° 2: 197-252.
- 1990. The Hipparions of the Lower Axios Valley (Macedonia, Greece). Implications for the Neogene stratigraphy and the evolution of hipparions. *European Neogene Mammal Chronology*, 321-338.
- KRIJGSMAN, W., GARCÉS, M., LANGEREIS, C.G., DAAMS, R., VAN DAM, J., VAN DER MEULEN, A.J., AGUSTÍ, J. & CABRERA, L. 1996. A new chronology for the middle to late Miocene continental record in Spain. *Earth and Planetary Science Letters*, **142**: 367-380.
- LÓPEZ MARTÍNEZ, N., AGUSTÍ, J., CABRERA, L., CALVO, J.P., CIVIS, J., CORROCHANO, A., DAAMS, R., DÍAZ, M., ELÍZAGA, E., HOYOS, M., MARTÍNEZ, J., MORALES, J., PORTERO, J.M., ROBLES, F., SANTISTEBAN, C. & TORRES, T. 1987. Approach to the Spanish continental neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Annales Instituti Geologici Publici Hungarici*. **70**: 383-391.
- MEIN, P. 1975. Proposition de biozonation du Néogène Méditerranéen a partir des mammifères. *Trabajos Neógeno Cuaternario*, **4**, 112.
- 1990. Updating of MN Zones. *European Neogene Mammal Chronology*, 73-91.
- MOISSENET, E. & ADROVER, R. 1983. L'extension et l'âge des formations continentales pliocènes du fossé de Teruel (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, **296**: 1603-1610.
- MEYER, H. VON. 1832. Fossile Säugetiere. *Nova Acta Academica Caesarea Leopoldina*, **16** (2): 423.
- MOISSENET, E. 1983. La Cordillera Ibérica. En: *Libro Jubilar J.M. Ríos: Geología de España*, I.G.M.E., Vol II: 423-446.
- OPDYKE, N., MEIN, P., LINDSAY, E., PÉREZ-GONZÁLEZ, A., MOISSENET, E. & NORTON, V.L. 1997. Continental deposits, magnetostratigraphy and vertebrate paleontology, late Neogene of Eastern Spain. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **133**: 129-148.
- PIRLLOT, P.L. 1956. Les formes européennes du genre *Hipparion*. *Memori Comisió Institut Geològic Diputació Provincial Barcelona*, **14**: 1-121, 10 lám.
- PRAT, F. 1957. Sur la discrimination des phalanges antérieures et postérieures d'Equidés. *Procès-Verbaux de la Société Linnéenne de Bordeaux*, **97**: 22-5.
- SIMPSON, G.G. 1941. Large Pleistocene Felines of North America. *American Museum Novitates*, 1136: 1-27.
- 1963. Quantitative Zoology. *Harcourt, Brace & World, Inc.*, 439 pp.
- SIMÓN, J.L. 1983. Tectónica y Neotectónica del sistema de fosas de Teruel. *Teruel*, **69**: 21-97, 4 lám.
- SONDAAR, P. 1961. Les *Hipparion* de l'Aragón méridional. *Estudios Geológicos*, **17**: 209-305.
- 1974. The *Hipparion* of the Rhone Valley. *Geobios*, **7**: 289-306.
- VAN DAM, J.A. 1997. The small mammals from the upper Miocene of the Teruel-Alfambra region (Spain): Paleobiology and Paleoclimatic reconstructions. *Geologica Ultraetina*, **156**: 204 pp.
- & WELTJE, G.J. 1999. Reconstruction of the Late Miocene climate of Spain using rodent palaeocommunity successions: an application of end-member modelling. *Palaogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **151**: 267-305.
- VEGAS, R., FONTBOTÉ, J.M. & BANDA, E. 1979. Widespread neogene rifting superimposed on alpine regions of the Iberian Peninsula. *Proceedings of the Symp. On Evolution and Tect. Of the Western Medit. And Surrounding Areas. E.G.S. Viena. Inst. Geog. Nac. Special Publication*, **201**: 109-128.
- VILLALTA, J.F. & CRUSAFONT, M. 1957. Dos nuevas especies de *Hipparion* del Pikermiense español. *Cursos y Conferencias del Instituto Lucas Mallada*, **4**: 65-69.

WEERD, A. VAN DE 1976. Rodent faunas of the Mio-Pliocene continental sediments of the Teruel-Alfambra region, Spain. *Utrecht Micropaleontological Bulletin Special Publication*, **2**: 1-217.

WOOD, H. E. 1937. Perissodactyl suborders. *Journal of Mammalogy*, **18**: 106.