

# Migraciones intercontinentales y eustasia: el datum de *Hipparion*

## *Intercontinental dispersal events and eustasy: the Hipparion datum*

M. Garcés (\*), L. Cabrera (\*\*), J. Agustí (\*\*) y J.M. Parés (\*\*\*)

(\*) Dept. de G. D. G. i P., Facultat de Geologia, Universitat de Barcelona, Zona Universitària de Pedralbes, 08071-Barcelona.

(\*\*) Institut de Paleontologia Miquel Crusafont, Escola Industrial 23, 08201-Sabadell.

(\*\*\*) Institut de Ciències de La Terra "Jaume Almera", CSIC. Lluís Solé i Sabaris, s/n, 08028-Barcelona. Actualmente en Fort Hoofdijk, Budapestaan 17, 3584 CD Utrecht, The Netherlands

### ABSTRACT

The magnetostratigraphic study of vallesian sites in the Vallès-Penedès Basin (NE Spain) provides a reliable dating of the earliest appearance of *Hipparion* at 11.1 Ma. Good agreement with radiometric ages from other sites in Central Europe and Turkey suggests an isochronous dispersal of this equid throughout the Mediterranean region. A possible isochrony at a larger geographical scale (Eurasia and Mesogea) is not ruled out, but must await more reliable ages of other *Hipparion* first appearance records in Asia and Africa.

**Key words:** *Hipparion*, mammal dispersal, sea level change, Vallesian

*Geogaceta*, 20 (5) (1996), 1037-1039  
ISSN:0213683X

### Introducción

Los cambios en la fauna de una región resultan de la suma de extinciones, evolución in situ de las especies locales e inmigración de especies de otras regiones o continentes. Mientras que las extinciones y evolución in situ pueden producirse como respuesta a condicionamientos locales, el intercambio de especies entre regiones distantes debe estar necesariamente relacionado con factores de escala mayor que modifiquen las barreras geográficas, climáticas o ecológicas que delimitan una región biogeográfica (Barry *et al.*, 1985). La evolución de las faunas de vertebrados del Cenozoico ha estado puntuada por una sucesión de eventos migratorios intercontinentales de corta duración. Un tema de larga controversia sobre la dinámica de los procesos de dispersión es si cabe considerarlos instantáneos en una escala de tiempo geológica y, por tanto, horizontes cronológicos válidos para la correlación a larga distancia de las faunas terrestres.

Uno de los eventos más controvertidos es el de la dispersión en Eurasia de *Hipparion*, un équido tridáctilo emparentado con una especie de Cormo *Hipparion* originaria de Norteamérica (Woodburne *et al.*, 1981). El datum de *Hipparion* sirvió para la definición del límite inferior del Vallesiense (Crusafont, 1948), y en base a su atribuido valor cronológico el uso del Vallesiense se extendió a todo el ámbito mediterráneo. La iso-

cronía del datum de *Hipparion* entró en debate a medida que surgieron dataciones dispares entre distintas regiones del Viejo Mundo. En la región mediterránea, las primeras dataciones radiométricas de la localidad de Höwenegg y las erróneas correlaciones magnetoestratigráficas de Bou Hanifia (Argelia) y Kastellios Hill (Creta) con el cron C5r sugerían una edad Serravallense, entre 12.5 Ma (Bergreen y Van Couvering, 1974) y 11.5 Ma (Sen, 1986). Contrariamente, en Siwaliks (Potwar Plateau, Pakistan) las dataciones magnetoestratigráficas situaban el primer registro de *Hipparion* dentro del cron C5n (Barry *et al.*, 1982), con una edad aproximada de 10.6 Ma una vez calibrado con la escala de tiempo de polaridad geomagnética de Cande y Kent (1995).

El objetivo de este trabajo es el de presentar nuevos datos magnetoestratigráficos sobre el datum de *Hipparion* en la cuenca del Vallès-Penedès y discutir las dataciones existentes en la región mediterránea y en el Potwar Plateau. Se sugiere la posible isocronía de la dispersión de *Hipparion* a escala de Eurasia y se señala el papel del eustatismo como factor de dispersión intercontinental.

### *Hipparion* en el Mediterráneo

Los estudios magnetoestratigráficos en la cuenca del Vallès-Penedès han aportado un armazón cronoestratigráfico muy preciso a sucesiones con superposición

estratigráfica de localidades de vertebrados fósiles de edad Vallesiense (Garcés, 1995). Las primeras apariciones de *Hipparion* en la sucesión de Can Guitart (Fig. 1) tienen lugar en asociación con *Megacricetodon ibericus*, igual como ocurre en los niveles superiores de Hostalets de Pierola (Moyà-Solà y Agustí, 1990) atribuidos a un Vallesiense basal. En la serie de Can Guitart, el registro más temprano de *Hipparion* tiene lugar por debajo del cron C5n, a una edad de 11.1 Ma (base de C5r.1n). Este resultado es consistente con las dataciones radiométricas en la cuenca de Viena que sugieren una edad para la primera aparición de *Hipparion* entre 11.0 y 11.5 Ma (Bernor *et al.*, 1988). Las localidades turcas de Yenieskihisar-2 y Yailacilar, sin presencia de *Hipparion*, aportan una edad máxima de  $11.1 \pm 0.2$  Ma y  $11.6 \pm 0.25$  respectivamente (Becker-Platen *et al.*, 1977) para la primera aparición de este équido -si bien se ha sugerido que la ausencia de *Hipparion* en el yacimiento de Yenieskihisar-2 puede deberse a problemas tafonómicos o paleoecológicos (Bergreen *et al.*, 1985). En resumen, todos estos datos apoyan la idea de que la dispersión de *Hipparion* en el área mediterránea fue un proceso rápido que tuvo lugar hace aproximadamente 11.1 Ma.

La supuesta edad Serravallense, por otro lado, queda definitivamente desestimada una vez revisadas las viejas data-

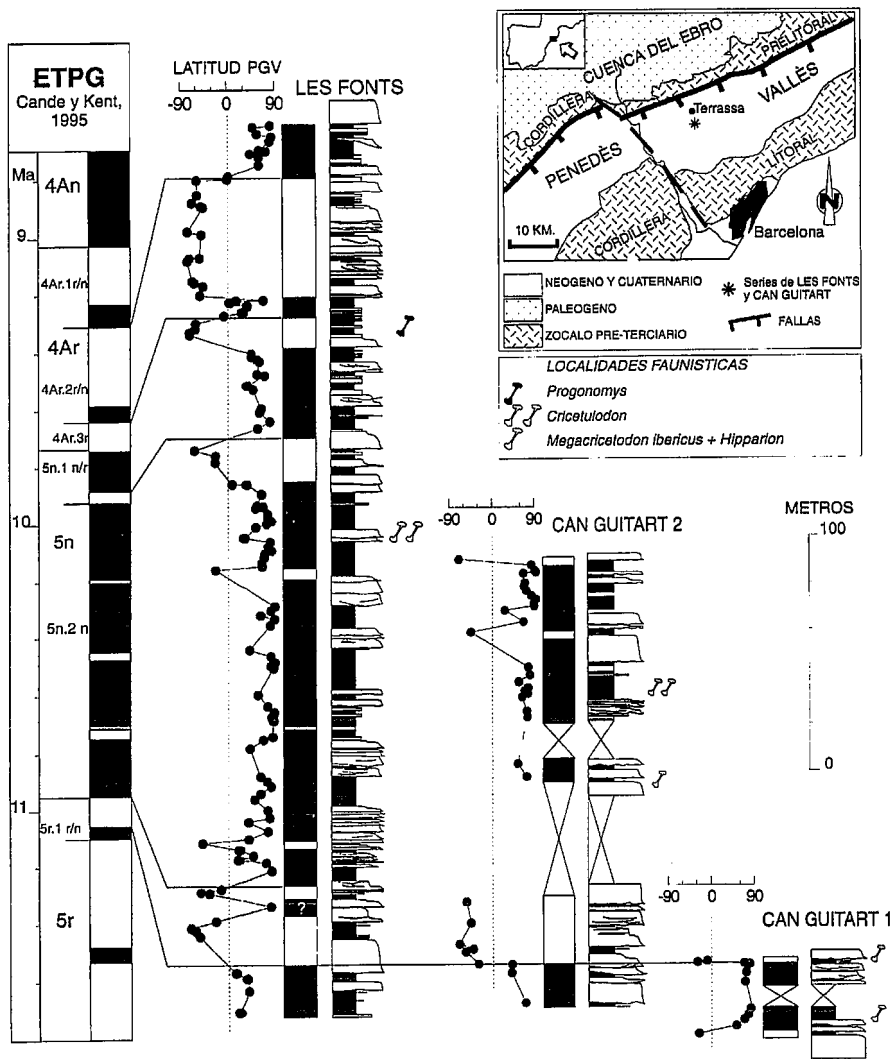


Fig. 1.- Secuencia de polaridad magnética de las series de Les Fonts y Can Guitart 1 y 2 (Cuenca del Vallès-Penedès) y correlación con la ETPG. Los puntos indican la latitud del Polo Geomagnético Virtual media para cada estación.

Fig. 1.- Magnetic polarity sequence of the Les Fonts and Can Guitart 1 and 2 (Vallès-Penedès basin) and correlation to the GPTS. Black dots represent the mean VGP latitude for each magnetostratigraphic site.

ciones de Höwenegg, Kastellios Hill y Bou Hanifia. Los análisis radiométricos de una bomba basáltica en medio de la secuencia lacustre de Höwenegg arrojan una edad de  $10.8 \pm 0.3$  Ma (Baranyi *et al*, 1976). La secuencia magnetoestratigráfica de Kastellios Hill, por su parte, es preferiblemente correlacionada con el cron C4Ar en base a su equivalencia con sedimentos marinos de la zona N16 (de Bruijn and Zachariasse, 1979). La asociación de *Hipparion* con *Progonomys* en Kastellios Hill y Bou Hanifia, además, sugiere una edad Vallesense superior, quedando ambas localidades descartadas del debate. La revisión de su correlación con el cron C4Ar es sugerida también en base a la datación de la aparición de *Progonomys* en el Vallès-Penedès dentro del cron C4Ar.3r (Garcés, 1995; Garcés *et al*, enviado).

**Hipparion en Potwar Plateau**

Las sucesiones aluviales del frente de antepaís himalayano en la región del Potwar Plateau (Pakistán) fueron objeto en los años 70 y 80 de intensivos estudios paleontológicos y magnetoestratigráficos. Una de las aportaciones más brillantes fue la calibración de la sucesión de eventos faunísticos de una gran parte del Neógeno. La certeza de la correlación magnetoestratigráfica es incontestable dada la gran potencia de las series estudiadas (Tauxe y Opdyke, 1982), la mayoría entre 1000 y 2000 m. Con más de 400 localidades bien correlacionadas, las formaciones del Mioceno Superior de los Siwaliks presentan en conjunto una registro excepcional de faunas de vertebrados fósiles. Cabe señalar, no obstante, que la parte

inferior de la Fm. Nagri es pobre en restos fósiles a causa de una litología arenítica poco favorable, afloramientos escasos y difícil accesibilidad (Barry *et al*, 1982). Los mismos autores reconocen que ello puede llevar a imprecisiones en cuanto a la posición estratigráfica de los bioeventos registrados en este tramo, entre los que se encuentra la aparición *Hipparion*. La primera aparición de *Hipparion* a techo del tercio inferior del cron C5n (a 10.6 Ma aproximadamente) se basa en la no identificación de este équido en la localidad Y259 en la serie de Kaulial Kas (Barry *et al*, 1982), nivel muy rico en restos fósiles y en el cual sería natural registrar su presencia. Por debajo de la localidad Y259 no se hallan más localidades dentro de la Fm Nagri que permitan confirmar el datum. En la sección de Chinji-Nagri existen numerosas localidades por debajo de la base del cron C5n, pero sólo dos de relevancia por encima de ella. La inferior de estas dos se encuentra otra vez a techo del tercio inferior de C5n, por encima del tramo improductivo de la base de la Fm. Nagri, y representa el primer registro de *Hipparion* de la serie. La aparición de *Hipparion* en el Potwar Plateau dentro del cron C5n, en definitiva, se sustenta tan solo en una única localidad (Y259), una evidencia algo frágil si consideramos que un registro fósil incompleto no es anormal en secuencias continentales, particularmente en el caso de grandes vertebrados.

**Isocronía del datum de Hipparion**

El apriorismo de la isocronía de los procesos de dispersión de grandes vertebrados no es aceptable dadas las posibles barreras paleoclimáticas paleoecológicas y paleogeográficas que pueden entorpecer una distribución amplia de las especies. Disponer de dataciones precisas en regiones distantes es, pues, requisito indispensable para abordar el análisis de la dinámica de las dispersiones y los factores influyen en ellas.

La datación magnetoestratigráfica de la aparición de *Hipparion* en el Vallès-Penedès a 11.1 Ma es consistente con las edades radiométricas obtenidas en otras cuencas del área circummediterránea y sugiere una isocronía del datum de *Hipparion* a escala del Mediterráneo. Fuera de esta región, las únicas dataciones fiables son las de las series del Potwar Plateau, con una edad de 10.6 Ma. La aparición tardía de *Hipparion* en esta región puede ser cuestionada en base a la baja productividad de los sedimentos de la parte inferior de la Fm. Nagri. Si se con-

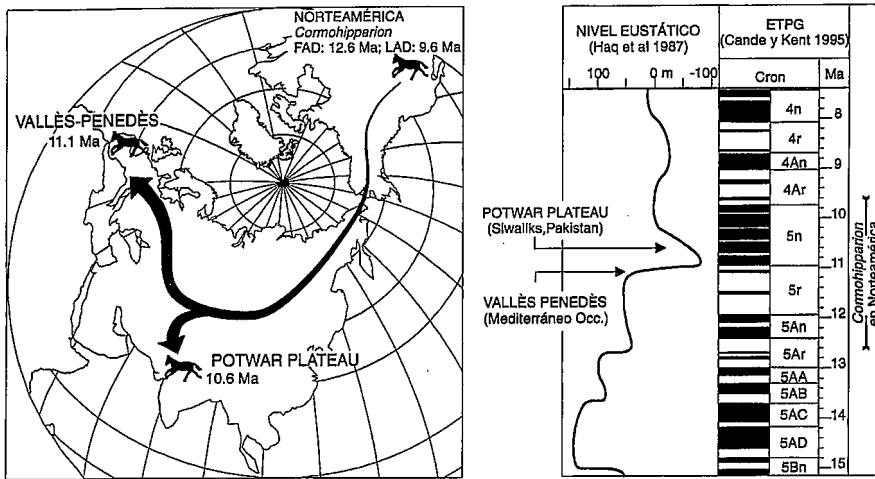


Fig. 2.- La dispersión de *Hipparion* en el Viejo Mundo implicó una vía temporal de comunicación entre Norteamérica y Asia a través del estrecho de Bering. La datación de la aparición de *Hipparion* en el Mediterráneo en 11.1 Ma sugiere que la apertura del paso de Bering fue consecuencia de una pronunciada bajada eustática registrada cerca del límite Serravallense/Tortonense (Haq et al, 1987).

Fig. 2.-The dispersal of *Hipparion* in the Old World implies a temporary opening of the Beringia pass between North America and Asia. The age of the first appearance of *Hipparion* in the Mediterranean at 11.1 Ma suggest the opening of Beringia pass as a consequence of a very pronounced sea level fall occurring at the Serravallian/Tortonian boundary (Haq et al, 1987).

sidera el margen de incertidumbre representado por este tramo, podría entenderse la aparente diacronía como un problema tafonómico ligado a los sedimentos predominantemente arenosos de la base de la Fm. Nagri. Si bien la posibilidad de una isocronía a escala de todo el continente eurasiático está todavía por demostrar, no se han encontrado evidencias que la desmientan. Y en caso de encontrarse, la diacronía no podrá ser superior a 0.5 Ma, en contra de lo tradicionalmente postulado. Son necesarias más dataciones precisas en otras regiones de Asia y África para llegar a resultados concluyentes sobre la velocidad de dispersión de este taxón y su posible isocronía a escala de Mesogea.

**Dispersión intercontinental y eustasia**

La aparición de *Hipparion* en el Vallès-Penedès es un bioevento aislado que no está asociado a cambios faunísticos significativos entre las asociaciones que caracterizaban al Mioceno Medio de esta región (Agustí y Moyà-Solà, 1991). La misma situación se observa en la cuenca de Viena, donde el tránsito del Mioceno Medio/Superior únicamente registra la entrada de un cierto número de inmigrantes y la falta de extinciones importantes

(Bernor et al, 1988). Todo ello sugiere que la dispersión de *Hipparion* no respondía a cambios ambientales dentro del contexto mediterráneo sino a procesos distantes, capaces de influir en las barreras de las grandes zonas biogeográficas y dar pie al intercambio faunístico. El reconocido parentesco de *Hipparion* con una especie de *Cormohipparion* originaria de Norteamérica sugirió que la entrada de *Hipparion* en Eurasia se produjo a través del estrecho de Bering (Fig. 2) en un instante de acusado descenso del nivel del mar (Woodburne et al, 1981). La datación de la aparición de *Hipparion* en el Mediterráneo en 11.1 Ma permite correlacionar este bioevento con el pronunciado mínimo eustático que se registra en la base del Tortonense (Haq et al, 1987). Esta es la primera vez que se dispone de dataciones precisas y fiables para validar tal hipótesis, que constituye la constatación de las migraciones intercontinentales de faunas de vertebrados como respuesta a cambios eustáticos. Este es un ejemplo de la capacidad de las sucesiones continentales para registrar cambios regionales y globales, y de la potencial validez de los eventos de dispersión de grandes vertebrados como marcadores cronológicos y útiles de correlación a larga distancia.

**Agradecimientos**

La investigación ha sido financiada por los proyectos CICYT GEO 89-0831, DGICYT PB 94-1265 y CII\*-CT94-0114

**Referencias**

Agustí J, Moyà-Solà S. (1991). *Newsl Stratigr* 25(2):91-114.  
 Baranyi I, Lippolt HJ, Todt W. (1976). *Oberrhein. geol. Abh.* 25:41-62.  
 Barry JC, Johnson NM, Mahmood-Raza S, Jacobs LL. (1985). *Geology* 13:637-640.  
 Barry JC, Lindsay EH, Jacobs LL. (1982). *Palaeogeogr, Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 37:95-130.  
 Becker-Platen JD, Benda L, Steffens P. (1977). *Geol Jb* 25:139-167.  
 Berggren WA, van Couvering JA. (1974). *Palaeogeogr, Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 16(1-2):1-216.  
 Berggren WA, Kent, DV y van Couvering JA. (1985). en Snelling NJ (ed.), *The Chronology of the Geological Record*, 211-260.  
 Bernor RL, Kovar-Eder J, Lipscomb D, Rögl F, Sen S, Tobien H. (1988). *J. Vertebr. Paleont.* 8(4):427-452.  
 Bruijn, H.d. y W.J. Zachariasse. (1979). *VIIth International Congress on Mediterranean Neogene. Ann.-Geol.-Pays-Hell.* 219-226.  
 Cande SC, Kent DV. (1995). *J. Geophys. Res.* 100:6093-6095.  
 Crusafont M. (1948). *Proc Int Geol Congr Report of XVIII session part XI:33-43.*  
 Garcés, M. (1995). *Tesis doctoral*, Dept. de G. D. G. i P., Univ. Barcelona.  
 Garcés, M, Agustí J, Cabrera L, Parés JM (enviado). *Earth Planet. Sci. Let.*  
 Haq BU, Hardenbol J, Vail PR. (1987). *Science* 235:1156-1167.  
 Moyà-Solà, S. y J. Agustí (1990) en E.H. Lindsay et al (eds.), *European Neogene Mammal Chronology*. 357-374.  
 Sen, S. (1990) en E.H. Lindsay et al (eds.), *European Neogene Mammal Chronology*. 495-514.  
 Tauxe L, Opdyke ND. (1982). *Palaeogeogr, Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 37:43-61.  
 Woodburne MO, MacFadden BJ, Skinner MF. (1981). *Géobios* 14(4):493-524.