

Terrazas rocosas, aluviales y travertínicas del valle alto del río Henares (Guadalajara, España).

Rock-terraces, alluvial and travertine terraces in the river Henares upper valley (Guadalajara, Spain)

A. Benito Calvo*, A. Pérez-González**, y M. Santonja***.

* Dpto. de Geodinámica. Facultad de C.C. Geológicas. U.C.M. 28040 Madrid.

** Dpto. de Geodinámica. Facultad de C.C. Geológicas. U.C.M. 28040 Madrid.

*** Museo de Salamanca. Patio de Escuelas, 2. 37008 Salamanca.

ABSTRACT

The fluvial network in the upper Henares which drain into northern half of the Castilian branch of the Iberian Range are made up of the rivers Henares, Dulce and Salado valleys, which are built by dissecting the erosion surface M1 (Schwenzner, 1936). They display a sequence of rock-terraces, alluvial and travertine terraces arranged on eight levels: T1 (+50-55 m), T2 (+40-45 m), T3 (+30-35 m), T4 (+20-25 m), T5 (+15 m), T6 (+9 m), T7 (+4 m) and T8 as the current alluvial plain. Datings by ^{14}C and series of the U travertine outcrops carried out by Gladfelter, 1971, Ordóñez et al., 1990, Preece, 1991, and Howell et al., 1995, have enabled most of the terrace levels established in this paper to be chronologically positioned. T8 and T7 in the Holocene, T5 around 120 ka, T4 between 200-240 ka, T3 with 444 ka. From its morphostratigraphic position, T1 could be at the middle-lower Pleistocene boundary with a chronology of the 780 ka.

Key Words: river Henares upper valley, rock-terrace, alluvial terrace, travertine terrace, Quaternary.

Geogaceta, 24 (1998), 55-58

ISSN: 0213683X

Introducción.

Este estudio tiene como objetivo establecer y relacionar las secuencias de terrazas que presentan los valles de los ríos Henares, Salado y Dulce, situados al N de la provincia de Guadalajara, utilizando como método de trabajo una cartografía detallada (escala 1:25.000), basada en una fotointerpretación, a partir de fotogramas a escala 1:18.000, de las superficies de erosión intraterciarias, los controles estructurales y la morfología fluvial y depósitos relacionados: terrazas aluviales y terrazas travertínicas. También se han utilizado los datos cronológicos publicados por otros autores para situar en el tiempo dichas secuencias, con el fin de que sirvan como modelo de esta región de la Cordillera Ibérica, y para futuras correlaciones con las secuencias de terrazas del tramo medio y bajo del río Henares (Pérez-González, 1994), de la Cuenca de Madrid.

El sustrato de estos depósitos cuaternarios está formado por materiales alpinos de la mitad noroccidental de la rama castellana de la Cordillera Ibérica.

El Triásico está representado por sus tres facies germánicas: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper (Corrales, 1969;

Adell et al., 1981a; Gabaldón et al., 1982). A techo del Keuper, en contacto discordante y frecuentemente mecanizado, se encuentra una secuencia carbonatada cuya base aún pertenece al Triásico superior: facies de transición y Fm. Dolomías tableadas de Imón; y el resto al Lías: grupo Renales y grupo Ablanquejo (Goy et al., 1976; Gabaldón et al., 1982). El Cretácico, en afloramientos puntuales y discordante sobre el Jurásico, está formado por sedimentos terrígenos del Albiense-Cenomaniense ("facies Utrillas"), y por sedimentos carbonatados cuyas edades abarcan desde el Cenomaniense superior hasta el Campaniense (Adell et al., 1981a).

Tectónicamente, el área se localiza en la zona de enlace o entronque entre el Sistema Central y la Cordillera Ibérica, y se caracteriza por la presencia de dos direcciones estructurales predominantes: una NO-SE (dirección Ibérica), y otra NE-SO (dirección Guadarrama). El análisis de estilolitos tectónicos en la zona (Alvaro, 1976), indica que las estructuras de dirección Ibérica son anteriores a las de dirección Guadarrama, sin embargo en otras zonas próximas se han encontrado relaciones microestructurales contrarias, lo que se ha interpretado como la existencia de un

período durante el cual se produce compresión simultánea en ambas direcciones (Adell et al., 1981a, b, 1982; Simón, 1991; De Vicente, 1988).

Evolución geomorfológica cenozoica.

La cuenca alta del río Henares ha sido objeto de escasos estudios, entre los que caben destacar los regionales de Schwenzner (1936) y Gladfelter (1971, 1972), o trabajos más recientes de carácter local, como los de Preece (1991), Howell et al. (1995) y Benito (1997).

Esta zona está caracterizada por la presencia de extensas altiplanicies o páramos, los cuales se encuentran incididos y cortados por la red fluvial cuaternaria que ha generado los valles actuales.

Estas altiplanicies son las morfologías más antiguas que se reconocen y corresponden a cuatro superficies de erosión neógenas, de desigual desarrollo actualmente, que están presentes en gran parte de la Cordillera Ibérica (Schwenzner, 1936; Gladfelter, 1971; Gracia et al., 1988, 1996; Gutiérrez et al., 1991; Gutiérrez y Gracia, 1997; Pérez-González et al., 1997). La más antigua se presenta únicamente en forma de relieves residuales (Pico de Sierra Ministra,

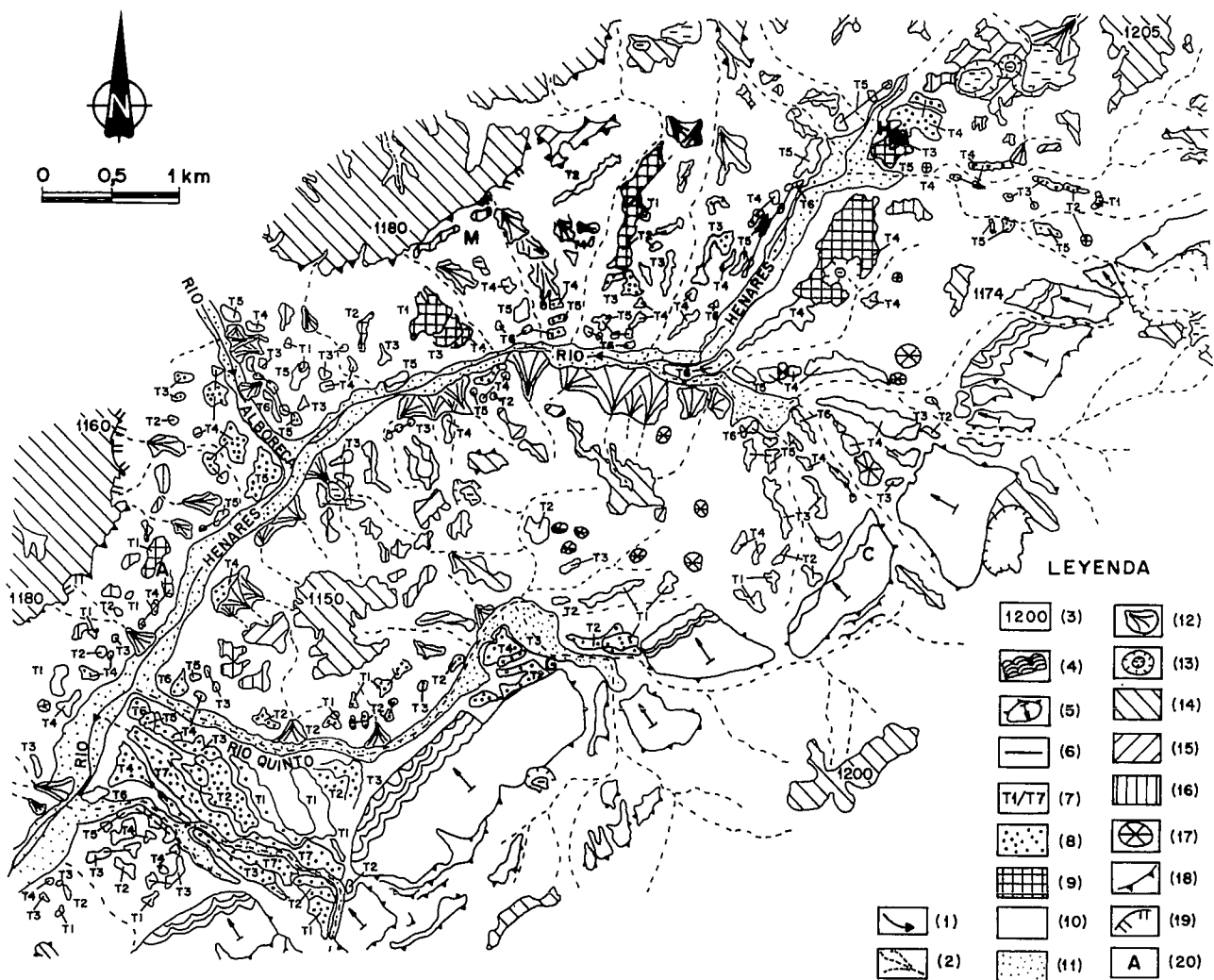


Figura 1. Cartografía geomorfológica del valle alto del río Henares. (1) cauces de caudal permanente, (2) cauces de caudal estacional, (3) cotas singulares en metros. Morfología estructural: (4) chevrons, (5) hog-back, (6) falla. Morfología fluvial: (7) niveles de terraza: T1 (+50-55 m), T2 (+40-45 m), T3 (+30-35 m), T4 (+20-25 m), T5 (+15 m), T6 (+9 m), T7 (+4 m), (8) terrazas aluviales, (9) terrazas travertínicas, (10) terrazas rocosas o erosivas, (11) llanura aluvial: T8 (+1-2 m), (12) conos de deyección. Morfología kárstica: (13) dolina. Formas poligénicas: (14) superficie de erosión M3, (15) superficie de erosión M2, (16) superficie de erosión M1. Signos diversos: (17) relieve residual, (18) escarpe, (19) valle en anfiteatro. (20) Poblaciones: A, Alcuneza; M, Mojares; H, Horna; G, Guijosa; C, Cubillas del Pinar.

Figure 1. Geomorphological map of the river Henares upper valley. (1) permanent river, (2) episodic river, (3) altitude in meters, (4) chevrons, (5) hog-back, (6) fault, (7) terraces at: +50-55 m (T1), +40-45 m (T2), +30-35 m (T3), +20-25 m (T4), +15 m (T5), +9 m (T6) y + 4 m (T7); (8) alluvial terraces, (9) travertine terraces, (10) rock-terraces, (11) alluvial plain at: +1-2 m (T8), (12) alluvial fans, (13) doline, (14) erosion surface M3, (15) erosion surface M2, (16) erosion surface M1, (17) residual hills, (18) scarp, (19) amphiteatre valley. (20) Towns: A, Alcuneza; M, Mojares; H, Horna; G, Guijosa; C, Cubillas del Pinar.

1310 m), y fue denominada superficie D (Dachfläche) por Schwenzner (1936), superficie A por Gladfelter (1971), y superficie S₁ por Gracia *et al.* (1988). Encajada en ella se desarrollan sucesivamente otras dos superficies de erosión (1220-1140 m y 1150-1060 m, respectivamente), que en la zona de estudio dan lugar a extensas altiplanicies, son la M3 y M2 de Schwenzner (1936), B y C de Gladfelter (1971), y S₂ y S₃ de Gracia *et al.* (1988). La superficie de erosión más reciente: M1 de Schwenzner (1936), D de Gladfelter (1971) y S₄ de Gracia *et al.* (1988), se encuentra limitada ex-

clusivamente a pequeñas plataformas en los bordes de los valles labradas en muchas ocasiones en la Fm. Dolomías tableadas de Imón, con alturas que oscilan entre los 1120-1000 m. A partir de esta superficie comienza la construcción cuaternaria de los valles fluviales de esta zona de la Cordillera Ibérica.

La red fluvial, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Tajo, está compuesta por el río Henares y sus afluentes principales: el río Dulce y el río Salado, así como afluentes secundarios de estos ríos (río Alboreca, río del Vadillo, río Quinto, etc). El curso de

los ríos principales se ajusta a la dirección Guadarrama (NE-SO), bien a estructuras sinclinales dando origen a valles de tipo sinclinal (río Henares), o cuando excavan las charnelas de estructuras anticlinales, a valles de tipo anticlinal (río Dulce).

Estos ríos, por otra parte, han generado valles de limitado desarrollo transversal, caracterizados por la presencia de llanuras aluviales estrechas y terrazas de dimensiones reducidas y potencia escasa (terrazas aluviales y travertínicas) o terrazas erosivas o rocosas, carentes de depósitos, que son las formas predominantes y que se desarrollan

sobre el Keuper y en ocasiones sobre las Dolomías tableadas de Imón. El valle más representativo es el del río Henares, cuya cartografía geomorfológica se muestra en la figura 1.

Aún así, también hay importantes sistemas de terrazas con depósitos, ya sean aluviales, con espesores máximos de 10 m, o travertínicos, con espesores vistos que pueden alcanzar los 5-7 m. Las terrazas aluviales están formadas en su mayoría por gravas autosoportadas ("clast-supported") de composición carbonatada, aunque asociados a los ríos que nacen en las facies Buntsandstein que afloran en el anticlinal de Sigüenza, se localizan secuencias de terrazas con sedimentos de composición silícea (río Quinto, arroyo del Barrancanazo). Algunas de estas terrazas pueden contener fósiles de mamíferos, como es el caso de un nivel colgado a +20 m respecto al río Henares, situado al S de la población de Mojares, formado por gravas calizas y arenas, en donde ya de antiguo se conocía la existencia de fauna (comunicación personal de E. Aguirre a A. Pérez-González) y que todavía hoy se identifica en un pequeño talud de la terraza un fragmento de defensa de *Elephas* sp. En esta misma terraza Gladfelter (1971) cita huesos y molares de *Equus* sp.

Los afloramientos travertínicos, que se encuentran en su mayoría en el valle del río

Henares, aparecen a menudo formando importantes complejos constituídos por varios niveles, que están asociados casi siempre al contacto entre el acuífero carbonatado del Triásico superior-Lías y las facies Keuper de carácter impermeable, que favorece la presencia de surgencias kársticas. Las facies que presentan los depósitos travertínicos (facies de tubos, tanto cruzados como verticales, bandeado alternante de calcita fibrosa y micrita, travertínicos detríticos, facies algales, travertínicos margosos, y en menor medida oncolitos), son semejantes a los descritos por Torres *et al.* (1995a, 1995b) para los depósitos del río Blanco y junto con la morfología de los afloramientos, que con frecuencia dan amplias extensiones tabulares, indican que son travertinos de fondo de valle depositados en charcas o lagunas con ciertos episodios de corriente tractiva.

La secuencia de terrazas del río Henares está compuesta por ocho niveles, que presentan las siguientes alturas relativas respecto al cauce: T1 (+50-55 m), T2 (+40-45 m), T3 (+30-35 m), T4 (+20-25 m), T5 (+15 m), T6 (+9 m), T7 (+4 m) y T8 a +1-2 m como la llanura aluvial actual. La mayor parte de estas terrazas tienen afloramientos travertínicos, como la terraza inferior de Alcuneza (+22 m), el complejo travertínico de El Molar (+50, +33 y +22 m), los niveles travertínicos de Horna (+33, +22 y +13 m),

o la plataforma travertínica del arroyo del Parral (+45 m).

La correlación entre las terrazas de los distintos ríos de la cuenca alta del río Henares se recoge en la tabla 1. Hay que señalar que las terrazas pueden presentar alturas relativas variables, ya que ganan altura desde las zonas de cabecera a los tramos situados aguas abajo. Esta secuencia se encuentra completa en el río Henares y el río Salado, mientras que el tramo estudiado del río Dulce carece de los niveles más antiguos.

Utilizando dataciones, no referidas a una secuencia geomorfológica completa de terrazas, hechas por diversos autores mediante ¹⁴C y series del U en los depósitos travertínicos, se han podido situar cronológicamente gran parte de los niveles cartografiados. Dataciones realizadas por Howell *et al.* (1995) en dos terrazas travertínicas del valle del río Henares, en la población de Horna, nos han permitido asignar al nivel T3 (+30 m) una edad de 444±70 ka (²³⁴U/²³⁸U); y al nivel T5 (+13 m) una cronología de 135±12 y 103±8 ka (series del U). Aguas abajo, en una plataforma travertínica ubicada en Alcuneza, perteneciente al nivel T4 (+22 m), los autores antes citados obtienen una edad de 243±18 ka (²³⁰Th/²³⁴U) o 202±58 ka (²³⁴U/²³⁸U).

En un depósito travertínico del río Dulce localizado en las inmediaciones de Mandayona, aguas abajo del área estudia-

CRONOLOGÍA	NIVELES	ALTURA RELATIVA (metros)									
		RÍO HENARES			RÍO DULCE			RÍO SALADO			
		A	B		V	S		C	P-Vd		
P L E I S T O C E N O	HOLOCENO	T8	+1-2	+1-2	+1-2	+1-2	+1-2	+1-2	+1	+1	+0'5
	(12 ka)	T7			+4	+4	+4	+4	+2-4		+1
	SUPERIOR	T6	+9	+9	+9	+8	+8	+8	+9		+2
		(128 ka)	T5	+15	+14	+16	+15	+12	+13	+14-16	+7
	MEDIO	T4	+20-25	+20	+21				+20-22	+11	+11
		T3	+30-35	+35	+35				+29-33		+14
		T2	+40-45	+40	+42				+40-45	+20-22	+22
		(780 ka)	T1	+50-55		+53				+54-56	
INFERIOR											

Tabla 1. Correlación y cronología de los distintos niveles de terrazas correspondientes a los valles fluviales de los ríos Henares, Dulce, Salado, y sus afluentes secundarios: A, río Alboreca; B, arroyo del Barrancanazo; V, arroyo de la Vega; S, río Saúca; C, río del Cubillo; P-Vd, río Pozancos- río Vadillo.

Table 1. Correlation and chronology of the different terrace levels corresponding to the fluvial valleys of the rivers Henares, Dulce and Salado, and their secondary tributaries: A, Alboreca river; B, Barrancanazo stream; V, La Vega stream; S, Saúca river; C, Cubillo river; P-Vd, Pozancos river-Vadillo river.

da en este trabajo, que presenta una altura relativa de +40 m, Ordóñez *et al.* (1990), obtienen una cronología mayor de 350 ka (^{230}Th / ^{234}U). Este nivel es asimilable al descrito en este estudio como T2.

Gladfelter (1971, 1972), en un nivel de tufas de una terraza (+6 m) del río Henares (Baidés), perteneciente al nivel T7 de nuestra secuencia, obtiene una edad de 6560 ± 130 B.P. (^{14}C), similar a las que presenta Preece (1991) para esta misma terraza, que son de 9940 ± 120 B.P. y 6210 ± 85 B.P. (^{14}C) para el muro y el techo, respectivamente, de unos términos basales de cienos con intercalaciones de gravas y arenas, que están coronadas por una toba y un suelo enterrado con una edad por ^{14}C de 5160 ± 90 B.P. Estas edades están en el mismo orden que las que propone Menéndez-Amor (1970), para los depósitos travertínicos de Esteras de Medinaceli, Layna y Urrés, en la cuenca alta del río Jalón, en un nivel geomorfológico comparable de fondo de valle. El análisis malacológico y palinológico realizado por Preece (1991) en Baidés, indica un paisaje abierto y de charcas, con predominio de *Pinus* (80%), frente a otros géneros como *Quercus*, *Salix*, *Betula*, *Fraxinus* y *Alnus*. Esta asociación polínica es similar a la que obtiene Menéndez-Amor (1970), donde domina el género *Pinus* (68-98%) frente a otros como *Quercus*, *Alnus* y *Salix*; y que interpreta como típica de periodos secos y fríos. La fauna malacológica encontrada en estos travertinos pertenece a aguas dulces o ligeramente salobres.

Discusión de los resultados y conclusiones.

La evolución cuaternaria de los valles fluviales comienza con la disección de la superficie de erosión más reciente M1 (Schwenzner, 1936), presentando estos valles una secuencia compuesta por ocho niveles, de terrazas erosivas, aluviales y travertínicas. Las dataciones radiométricas de los travertinos aportadas por otros autores, nos han permitido situar a los dos términos más modernos de esta secuencia, T8 (llanura aluvial) y T7 (+4 m) en el Holoceno; a T6 (+9 m) entre el Holoceno y los aproximadamente 120 ka de T5 (+15 m); ambas terrazas son por tanto del Pleistoceno superior. T4 (+20-25 m) tiene una cronología entre 200-240 ka y T3 (+30-35 m) se encuentra alrededor de 444 ka, por lo que pertenecerían claramente al Pleistoceno Medio. T2 (+40-45 m), con edad superior a 350 ka, también se situaría en el Pleistoceno Medio, mientras que el nivel T1 (+50-55 m), por su posición

geomorfológica en la secuencia, podría estar próximo a 780 ka, que es el límite Pleistoceno inferior-Pleistoceno medio.

A falta de otros estudios paleoambientales, hoy en curso, las cronologías que tienen las terrazas T4 (+20-25 m), T5 (+15 m) y T7 (+4 m), las sitúan en los óptimos climáticos de los estadios isotópicos del oxígeno 7, 5 y 1 respectivamente, al igual que otros episodios travertínicos conocidos de la Cordillera Ibérica, como en el río Blanco, con travertinos de los estadios 7 y 5 (Torres *et al.*, 1995a, 1995b); en Priego, con travertinos de los estadios 5 y 1 (Torres *et al.*, 1994, 1995b); en los ríos Rugilla, Cifuentes y Dulce, estadio 7 (Ordóñez *et al.*, 1990); en Puente San Pedro, estadios 5 y 1 (López y Martínez, 1989); en el río Matarraña, estadios 7, 5 y 1 (Martínez-Tudela *et al.*, 1986), y en el río Guadalaviar con travertinos pertenecientes al estadio I (Peña *et al.*, 1994).

Agradecimiento.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto PB93-0867 de la DGYCIT y por la Junta de Castilla y León

Referencias.

- Adell, F., González Lodeiro, F. y Tena Dávila, M. (1981a): *Mapa Geológico de España, E 1:50.000 (461)*. Sigüenza. IGME.
- Adell, F., Bascones Alvira, L. y Martínez Alvarez, F. (1981b): *Mapa Geológico de España, E 1:50.000, (462)*. Maranchón. IGME.
- Adell, F., Tena Dávila, M. y González Lodeiro, F. (1982): *Mapa Geológico de España, E 1:50.000, (434)*. Barahona. IGME.
- Alvaro, M. (1975): *Est. Geol.*, 31: 241-247.
- Benito, A. (1997): *Tesis de Licenciatura*, Univ. Complutense de Madrid (Inédita). 160 pp.
- Corrales, I. (1969): *Cuad. Geol. Ibérica*, 1: 267-286.
- De Vicente, G. (1988): *Tesis Doctoral*, Univ. Complutense de Madrid. 317 pp.
- Gabaldón, V., Capote, R., Díaz, M., Gómez, J.J., Sánchez de la Torre, L.; Ruiz, P., Rosell, J., Sopeña, A. y Yébenes, A. (1982): *Dirección de Geología y Técnicas Básicas*, IGME, I y II.
- Gladfelter, B.G. (1971): *The University of Chicago. Dpt. of Geography*. R.P. 130.
- Gladfelter, B.G. (1972): *Quat. Res.*, 2: 473-486.
- Goy, A., Gómez, J.J. y Yébenes, A. (1976): *Est. Geol.*, 32: 391-423.
- Gracia, F.J., Gutiérrez Elorza, M. y Lera-noz, B. (1988): *Rev. Soc. Geol. España*, 1 (1-2): 135-142.
- Gracia, F.J., Gutiérrez, F. y Gutiérrez, M. (1996): *Cuat. y Geomof.*, 10 (3-4): 33-45.
- Gutiérrez Elorza, M., Benito, G. y Sancho, C. (1991): *Mapa geomorfológico, en Mapa Geológico de España, E 1:50.000 (435)*. IGME.
- Gutiérrez Elorza, M. y Gracia, F.J. (1997): En Widdowson, M. (ed). *Geol. Soc. Spec. Publ.*, 120: 147-158.
- Howell, F.C., Butzer, K.W., Freeman, L.G. y Klein, R.G. (1995): *Jabr. des Römisch-Germanischen. Zentralmuseum Mainz*, 38: 33-82.
- López, F. y Martínez, J. (1989): *Bol. Geol. Min.*, 100 (2): 248-258.
- Martínez-Tudela, A., Robles Cuenca, F., Santisteban Bove, C., Grün, R. y Hentzsch, B. (1986): En López Vera (ed). *Quaternary Climate in Western Mediterranean*: 307-325
- Menéndez-Amor, J. (1970): *Est. Geol.*, 26: 25-28.
- Ordóñez, S., González, J.A. y García del Cura, M.A. (1990): *Geogaceta*, 8: 53-55.
- Peña Monné, J.L., Sancho, C., Meléndez, A. y Jiménez, A. (1994): En Arnáez, J. (ed), *III Reu. Nac. de Geomorfología*: 159-172.
- Pérez-González, A., Santonja, M., Gallardo, J., Aleixandre, T., Sesé, C., Soto, E., Mora, R. y Villa, P. (1997): *Geogaceta*, 21: 175-178.
- Pérez-González, A. (1994): En Gutiérrez Elorza, M., (coord). *Geomorfología de España*: 389-410
- Preece, R.C. (1991): *Jour. Biogeogr.*, 18: 409-426.
- Simón Gómez, J.L. (1991): *Tectónica del Alpino, en Mapa Geológico de España, E 1:50.000, (435)*. Arcos del Jalón. ITGE.
- Schwenzner, J. (1936): *J. Engelhorn's Nachf. Stuttgart*. 129 pp.
- Torres, T., Canoira, L., Cobo, R., Coello, F.J., García, P., García Cortés, A., Hoyos, M., Juliá, R., Llamas, J., Mansilla, H. y Meyer, V. (1994): *Geogaceta*, 16: 102-105.
- Torres, T., Canoira, L., Cobo, L., Coello, F.J., García-Alonso, P., García Cortés, A., Hoyos, M., Juliá, R., Llamas, J., Soler, V. y Valle, M. (1995a): *Geogaceta*, 18: 90-92.
- Torres, T., Canoira, L., Coello, F.J., García-Alonso, P., García Cortés, A., Grün, R., Hoyos, M., Juliá, R., Llamas, J., Meyer, V., Soler, V. y Valle, M. (1995b): *Monografías del Centro de Ciencias Medioambientales*, 3, CSIC: 113-123.