

Racemización de los aminoácidos de braquiópodos y pelecípodos de la sección de Cuesta Colorada (Almería, SE de España)

Amino acid racemization of pelecipoda and brachiopoda from Cuesta Colorada (Almería, SE Spain) section

T. Torres (*), P. García-Alonso (*), L. Canoira (*), J. Llamas (*), F.J. Coello (*), L. García-González (**), T. Nestares (*), A. Peláez (*) y N. Rodríguez-Alto (*)

(*) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, Ríos Rosas 21, 28003 Madrid. Tel: 91-3366970, Fax: 91-3366077, e-mail: trino@dinge.upm.es.
(**) Instituto Tecnológico y Geominero de España, Ríos Rosas 23, 28003 Madrid

ABSTRACT

This paper deals on the new Cuesta Colorada section study. A recent road cut allowed to study a more complete log of the former interpreted Pliocene - Pleistocene boundary. A great number of pelecipoda and brachiopoda shells from different strata were picked up for amino acid racemization analysis also, and the obtained results were compared with the palaeomagnetic interpretation.

Key words: amino acid racemization, Pliocene, Pleistocene, sedimentology, pelecipoda, brachiopoda.

*Geogaceta, 21 (1997), 207-210
ISSN: 0213683X*

Introducción

La sección de Cuesta Colorada (X 56590, Y 408010, Z 120 del M.T.N 1:50.000 num.1045), está situada en el Km 18.5 de la antigua carretera de Almería a Níjar, hoy en la autovía de Levante, exactamente en su salida a Almería ciudad, es uno de los cortes más característicos del Plio-Pleistoceno del área mediterránea de la Península Ibérica. Uno de los aspectos que justifican la repetición de análisis de su secuencia estratigráfica, se apoya en las sucesivas obras en la red viaria, que han permitido una mejoría espectacular en la calidad y potencia visible de serie en el talud de la carretera.

Aunque Baena (1983a), ya cita esta área, las primeras consideraciones sobre este punto, predominantemente de carácter geomorfológico, aparecen en Goy y Zazo (1982); posteriormente Goy y Zazo (1986) y Goy *et al.* (1989) analizan la secuencia sedimentaria, en la que reconocen cinco unidades relacionables con oscilaciones del nivel del mar. Bardají *et al.* (1995) revisan una serie importante de secciones en las que está contenido el límite Plioceno-Pleistoceno y donde también se recogen los

resultados del análisis paleomagnético de la sección, que serán citados también en el presente trabajo.

El interés de los autores en la sección de Cuesta Colorada nace de las mejoras de las condiciones de observación del afloramiento derivadas de la construcción de la Autovía del Mediterráneo y de la plena funcionalidad del Laboratorio de Geocronología - Racemización de Aminoácidos de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. De hecho, una serie de análisis de racemización de aminoácidos en conchas de pelecípodos de los depósitos pleistocenos de la costa de Almería aparecen en un Proyecto Fin de Carrera, García-González (1996).

Cuesta Colorada: sedimentología y estratigrafía

Al analizar la estratigrafía del corte de Cuesta Colorada, se han distinguido ocho unidades, Fig.-1:

A- potencia indeterminada, superior a dos metros, de arenas oscuras, casi negras, de grano medio y fino, con laminación horizontal poco visible, con pectínidos. Esta unidad, no descrita hasta ahora, podría ha-

berse sedimentado en un ambiente protegido, lagoon ?.

B- 0.5m de lumaquela de matriz arenosa de color amarillo con grandes cantidades de braquiópodos y pelecípodos ocasionalmente articulados con un estado de conservación perfecto; las conchas no muestran trazas de rodadura ni bioerosión. Los braquiópodos están representados por grandes ejemplares de *Terebratulina ampulla* BROCCCHI; entre los pelecípodos, todos ellos con tallas máximas, aparecen: *Chlamys varia* (LIN), *Pecten jacobaeus* (LIN), *Pecten jacobaeus* var. *striatissima* FORBES, *Amussium cristatum* (BRON) y un ostreido pequeño *cf. Lophospira* sp. En ocasiones sin su soporte, también aparecen enormes *Balanus balanus* (LIN). Este nivel de lumaquela muestra una estratificación fuertemente convoluta, en la que lóbulos y surcos se presentan con periodicidad; podría ser un nivel de acumulación bioclástica producido por una tormenta, aunque también se asimilaría a una sismita. Este nivel tampoco fue descrito hasta ahora.

C- 7.2m de limos mas o menos arcillosos y arenosos, con restos de fauna dispersa, similar a la descrita para el nivel B, pero con cantidades enormes de

N°	D/L ASP	D/L GLU	N°	D/L ASP	D/L GLU
NIVEL B			NIVEL B		
Lopha			Terebratula		
1071	0.8131	0.8849	1126	0.6879	0.9056
1072	0.8017	0.0000	1127	0.7930	0.3360
1073	0.7756	0.0000	1128	0.7117	0.7738
1074	0.8306	0.0000	1129	0.6841	0.7312
1075	0.8114	0.8269	1130	0.6648	0.8404
1076	0.8249	0.9754	1131	0.6590	0.7669
1077	0.7728	0.7131	1133	0.6932	0.7909
1078	0.8114	0.7518	1134	0.6533	0.8612
1079	0.7952	1.0120	1135	0.6217	0.6459
1080	0.7229	0.6829	1136	0.4881	0.6583
Pecten			Lopha		
1081	0.7406	0.7090	1137	0.6804	0.7037
1082	0.7319	0.7471	1138	0.2978	0.5245
1083	0.7537	0.7852	1139	0.4949	0.7677
1084	0.6259	0.0000	1140	0.4828	0.6132
1085	0.7172	0.7135			
1086	0.7525	0.7658			
1087	0.7652	0.7134	NIVEL D+E		
1088	0.7485	0.7684	Ostreoides		
1089	0.4556	0.1659	726	0.7100	0.6415
1090	0.7390	0.7794	727	0.8723	0.8404
1091	0.7643	0.7853	728	0.6023	0.5479
1092	0.7318	0.7464	729	0.8658	0.6231
1093	0.7508	0.8349	730	0.6423	0.6482
1094	0.7257	0.7457	955	0.7475	0.0000
1095	0.7256	0.7890	956	0.7717	0.6739
Amussium			957	0.8134	0.7045
1096	0.7303	0.6947	958	0.8512	0.0000
1097	0.6576	0.6370	959	0.8365	0.9143
1098	0.7375	0.5736	990	0.8485	0.8214
1099	0.7478	0.6888	961	0.9404	0.0000
1100	0.7626	0.5651	962	0.7910	0.8729
1101	0.6991	0.6228	963	0.8658	0.8566
1103	0.7260	0.6621	964	0.8906	0.8172
1104	0.7230	0.6964	965	0.8558	0.8424
1105	0.6983	0.6058			
1106	0.7258	0.6892			
1107	0.7343	0.6912	NIVEL H		
1108	0.7873	0.0000	Lopha		
1109	0.7178	0.6501	940	0.5965	0.0000
1110	0.7088	0.6221	941	0.6599	0.6584
Chlamys			942	0.6192	0.4150
1111	0.6885	0.6880	943	0.8874	0.6538
1112	0.7312	0.7038	944	0.8269	0.8454
1113	0.6652	0.6805	945	0.5969	0.6725
1114	0.6954	0.6741	946	0.8495	0.5889
1115	0.7221	0.7259	947	0.5124	0.5362
1117	0.7286	0.7881	948	0.6562	0.5992
1118	0.7371	0.7899	949	0.7376	0.5740
1119	0.6700	0.6345	950	0.8419	0.4014
1120	0.6878	0.7667	951	0.8593	0.5738
1121	0.7245	0.7811	952	0.6232	0.0000
1122	0.5063	0.3878	953	0.5844	0.2778
1123	0.8547	0.0000	954	0.5771	0.3816
1124	0.7361	0.7705			

Tabla1.-Relaciones de racemización de los ácidos aspártico y glutámico en las muestras de Cuesta Colorada.

Table.-1. Aspartic acid and glutamic acid racemization ratios of the Cuesta Colorada section samples.

conchas de un escafópodo, *Gadilina* sp., que podría ser el responsable de la intensa bioturbación y oxidación casi singenética de los sedimentos. Se correspondería con la Unidad I de Bardají *et al* (*op. cit.*) y se interpreta como un depósito en un medio marino somero-sublitoral bien oxigenado.

D- Está constituida por 1.5m de arenas de cuarzo de grano grueso con hileras de grava predominantemente de cuarzo, de filitas con menos frecuencia. El contenido faunístico es escaso, aunque aparecen enormes ostreídos con trazas de haber sido trabajados por el oleaje; alguiñas de las valvas tienen casi 20 mm de grosor. Se trata de depósitos de ambiente más somero que los de la unidad infrayacente. Corresponde a la parte inferior del Episodio II de Bardají *et al* (*op. cit.*).

E- 1.20 m de arenas amarillas de grano grueso, con alguna grava dispersa. Se englobaría también en el Episodio II de

Bardají *et al*. (*op. cit.*). Corresponden a un ambiente ligeramente más profundo que los de la Unidad D.

F- Esta unidad consiste en el único nivel de bloques muy bien redondeados, de gran tamaño, su centil supera los 400 mm, provienen de afloramientos cercanos del Complejo Nevado-Filábride. Se pueden interpretar como depósitos de playa en un momento de gran energía (tormenta). No fueron descritos anteriormente.

G- Nivel de poca potencia, 30 cm, formado por tres pasadas de calizas arcillosas grises lentejonares, separadas por limos grises, y un nivel lumaquéllico con fragmentos de conchas de pelecípodos fuertemente incrustado. En él se reconocen restos de *Pecten* sp., *Chlamys* sp. y *Cerastoderma* sp.; hay huellas de bioturbación de gran escala y abundan los testimonios de la acción de organismos litófagos, que actuaron energicamente sobre cantos de naturaleza carbonatada. Esta unidad Episodio III de Bardají *et al* (*op. cit.*) se corresponde con un ambiente de lagoon tras barrera. La baja tasa de sedimentación, el desarrollo de fondos endurecidos y la marcada actividad de litófagos indicaría un período prolongado de no sedimentación, o escasa.

H- 5,20 m de arenas de grano fino con ostreoides de pequeña talla, *cf. Lopha* sp, abundando ejemplares inmaduros. Corresponde *p.p.* con el Episodio IV de Bardají *et al* (*op. cit.*) y marca el retorno a condiciones marinas abiertas.

I- Con este nivel de 1.00 m de gravas, parte final del Episodio IV de Bardají *et al* (*op. cit.*), termina el corte.

Las pequeñas discrepancias existentes entre el corte descrito y el citado por Bardají *et al* (*op. cit.*) se debe a que la sección aflorante es mejor y muestra mayor potencia visible que la que antes se podía observar. Por otra parte, parece que el lagoon era un sistema muy pequeño ya que hay diferencias entre los afloramientos de los dos taludes de la autovía: en el que aparece en dirección Murcia a Almería (hacia tierra) hay hasta cinco capas de carbonato separadas por materiales de grano fino, difiriendo de la columna descrita.

Edad de Cuesta Colorada

De acuerdo con Zazo (1979), Baena (1983 a,b), Goy y Zazo (1986) y Goy *et al*. (1989) esta sección representa uno de los puntos más significativos del límite Plioceno - Pleistoceno en Almería. Los datos de análisis paleomagnético descritos por Bardají *et al* (*op. cit.*) indican que el nivel C tiene polaridad magnética normal (Olduvai); el conjunto de los niveles

D+E+F tiene polaridad magnética inversa; el nivel G tiene polaridad magnética normal (Jaramillo) y los niveles H + I vuelven a tener polaridad magnética inversa, con lo que todo el conjunto de la sección estaría en la Magnetozona inversa de Matuyama, teniendo bien representados los cronos de polaridad normal (Olduvai y Jaramillo).

Análisis de racemización de aminoácidos

Cabría decir que el corte de Cuesta Colorada presenta características ideales para el desmuestre de materiales para el análisis de racemización de aminoácidos: ha estado protegido de la contaminación y de los cambios de temperatura y se trata de un corte reciente y muy limpio. Se recogieron las muestras una a una con ayuda de pinzas y tras su determinación específica fueron limpiadas con procedimientos físicos y químicos, con la energía y profundidad que su robustez y perfecto estado de conservación permitían. La hidrólisis de los aminoácidos y su derivatización posterior, para proceder a su análisis mediante GC fue la habitualmente empleada en nuestro laboratorio, *cf. Goodfriend* (1987), *Goodfriend* (1991), *Meyer* (1992), *Wehmiller* (1984), *Llamas et al.* (1995) y *Torres et al.* (1995), así como las técnicas analíticas e interpretativas, aunque se empleó un detector NP (antes se usaba un FID) mucho más sensible a la hora de analizar compuestos de nitrógeno y/o fósforo.

Se analizaron las muestras siguientes:
Nivel B:

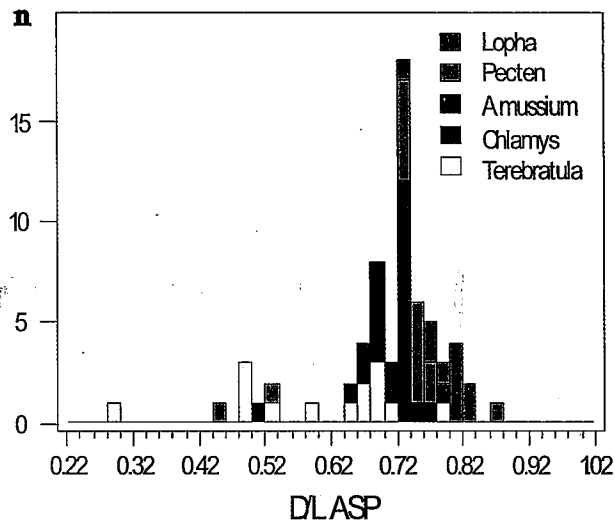
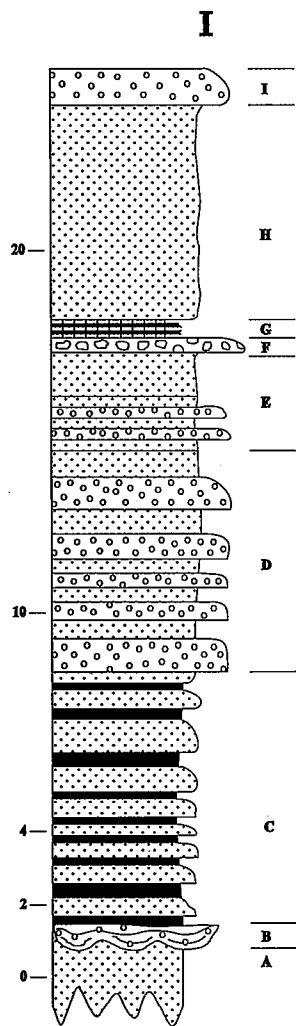
Chlamys varia (11 muestras, N° de registro ETSIMM/AARD 1111, 1112, 1113, 1114, 1115, 1116, 1117, 1118, 1119, 1120, 1121, 1122, 1123, 1124, 1125).

Terebratula ampulla (15 muestras, N° de registro ETSIMM/AARD 1126, 1127, 1128, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1134, 1135, 1136, 1137, 1138, 1139, 1140).

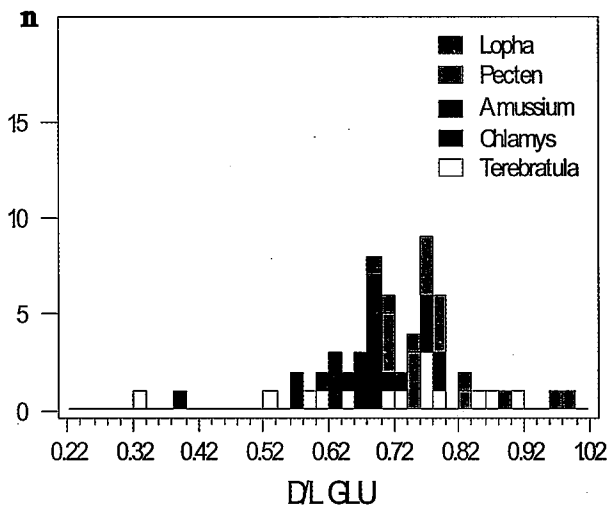
Pecten jacobaeus (15 muestras, N° de registro ETSIMM/AARD 1081, 1082, 1083, 1084, 1085, 1086, 1087, 1088, 1089, 1090, 1091, 1092, 1093, 1094, 1095).

Lopha sp. (10 muestras N° de registro ETSIMM/AARD 1071, 1072, 1073, 1074, 1075, 1076, 1077, 1078, 1079, 1080).

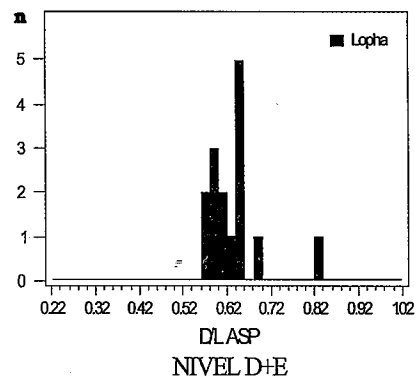
Amussium cristatum (15 muestras N° de registro ETSIMM/AARD 1126, 1127, 1128, 1129, 1130, 1131, 1132, 1133, 1134, 1135, 1136, 1137, 1138, 1139, 1140).



NIVEL B



NIVEL H IV



NIVEL H V

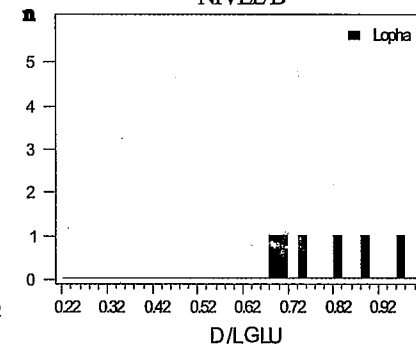
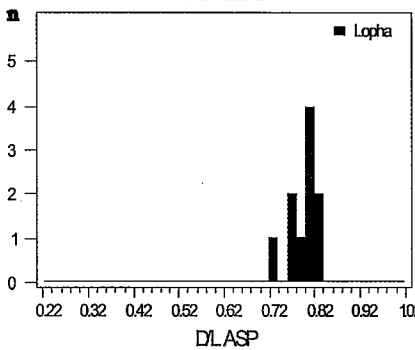
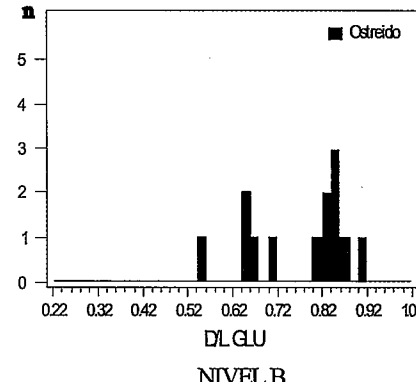
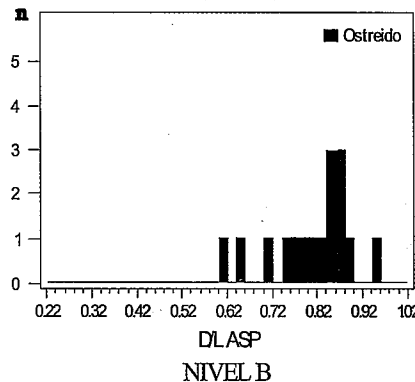
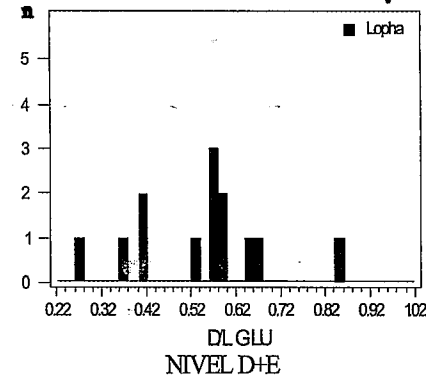


Fig. 1.- I: Estratigrafía del corte de Cuesta Colorado; II: histograma de las relaciones de racemización del ácido aspártico de las muestras del nivel B; III: histograma de las relaciones de racemización del ácido glutámico de las muestras del nivel B; IV: histogramas de racemización del ácido aspártico de las muestras de ostreidos de los niveles B (*Lophia* sp.), D+E (ostreido indet.) y H (*Lophia* sp.); V: histograma de racemización del ácido glutámico de las muestras de ostreidos de los niveles B (*Lophia* sp.), D+E (ostreido indet.) y H (*Lophia* sp.).

Fig. 1.- I: Cuesta Colorado stratigraphical section; II: aspartic acid racemization ratios histogram of B unit samples; III: glutamic acid racemization ratios histogram of B unit samples; IV: aspartic acid racemization ratio histograms of ostreid samples from B (*Lophia* sp.), D+E (ostreid indet.) and H (*Lophia* sp.) Cuesta Colorado units; V: glutamic acid racemization ratio histograms of ostreid samples from B (*Lophia* sp.), D+E (ostreid indet.) and H (*Lophia* sp.) Cuesta Colorado units

Nivel D+E:

Ostreido de gran talla (15 muestras Nº de registro ETSIMM/AARD 726, 727, 728, 729, 730, 1071, 1072, 1073, 1074, 1075, 1076, 1077, 1078, 1079, 1080).

Nivel H:

Lopha sp. (15 muestras Nº de registro ETSIMM/AARD 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954).

Las relaciones D/L de los ácidos aspártico y glutámico aparecen en la Tabla.-1.

Si se llevan a unos histogramas las relaciones D/L de los ácidos aspártico y glutámico, con todas las muestras analizadas del nivel B, y comparando los análisis de ostreidos de todos los niveles, Fig.-2, se pueden realizar las observaciones siguientes:

- Existe un escalonamiento de velocidades de racemización de los ácidos aspártico y glutámico que se pueden resumir como sigue:

Acido aspártico:

Lopha > *Pecten* > *Amussium* > *Chlamys* > *Terebratula*.

Acido glutámico :

Lopha = *Pecten* > *Chlamys* > *Terebratula* > *Amussium*.

Estas diferencias de velocidades de racemización, variables para cada aminoácido y cada género, son conocidas y han sido citadas repetidas veces en la bibliografía, cf. Wehmiller (*op. cit.*), Torres *et al.* (1995). Parece que la racemización es más homogénea en los pectínidos (*Pecten*, *Chlamys*, *Amussium* en menor grado) que en los ostreidos y braquiópodos.

Los grados de racemización de los ostreidos del nivel B (*Lopha* sp.) y los del nivel D+E (Ostreido indet.) no difieren de forma apreciable, ya que estos últimos se igualan con los valores más elevados de todas las especies del nivel B que han sido analizadas. Las pequeñas diferencias entre los valores de racemización de los ácidos aspártico y glutámico de los

ostreidos de los niveles B y D+E, podría exclusivamente explicarse por la diferencias de géneros.

Los ostreidos (*Lopha* sp.) del nivel H tienen relaciones de racemización de los ácidos aspártico y glutámico marcadamente menores que los descritos para los niveles B y D+E; ello implica una diferencia marcada de edad.

Conclusiones

Aunque se está trabajando en el desarrollo de un modelo de cálculo de edades para muestras de pelecípodos marinos del Borde Mediterráneo, todavía no está a punto y no se ha llegado a aplicar. No obstante, se confirma la baja velocidad de racemización de los aminoácidos de conchas de pelecípodos (y braquiópodos) que ya se había detectado en muestras más recientes cf. Torres (1995) y Torres *et al.* (1995). Ello implicaría que en condiciones favorables se podría llegar a datar el Plioceno terminal. También se ha podido determinar que los pectínidos (*Chlamys* y *Pecten*) resultan ser muy adecuados para establecer dataciones por racemización de aminoácidos. El hecho de que estas especies sean abundantes en el registro marino del Pleistoceno aumenta el interés del dato.

Resulta llamativa la pequeña diferencia de grados de racemización de los aminoácidos de ostreidos (y de braquiópodos y otros pelecípodos en general) de los niveles C y D+E, mientras que el «parón sedimentario» que se interpreta en el lagoon del nivel G sí aparece fielmente reflejado en aminoácidos menos racemizados. Da la impresión de que el registro cronoestratigráfico de Cuesta Colorada es más reducido de lo que se ha interpretado y precisa una revisión.

Referencias

Baena, J. (1983a): *Mapa Geológico de España (MAGNA) 1:50.000 Hoja 23-43, Almería*. IGME.

Baena, J. (1983b): *Mapa Geológico de España (MAGNA) 1:50.000. Hoja 22-44, Roquetas*. IGME.

Bardají, T. Goy, J.L. Mörner, N.A. Zazo, C. Silva, P.G. Somoza, L. Dabrio, C.J. y Baena, J. (1995): *Geodin. Acta*, 8.2: 112-126.

García-González, L. (1996): *Proyecto Fin de Carrera*, E.T.S.I. Minas de Madrid.

Goodfriend, G.A. (1987): *Quat. Res.*, 28: 374-392.

Goodfriend, G.A. (1991): *Geochim. Cosmochim. Acta*, 55: 293-302.

Goy, J.L. y Zazo, C. (1986): *Tectonophysics*, 130: 259-270.

Goy, J.L. y Zazo, C. (1988): *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 130: 259-270.

Goy, J.L. Zazo, Somoza, L. Dabrio, C. Bardají, T. (1989): *In C.Zazo, C.J. Dabrio, y J.L. Goy Eds. Libro Guía Excursión B-1: Litoral Mediterráneo, 2ª Reunión Cuaternario Ibérico*, Madrid.

Llamas, J. Torres, T. García Alonso, P. García Cortés, A. Mansilla, H. Meyer, V. y Nodal, T. (1995): *Geogaceta*, 17: 43-45.

Meyer, V. (1992): *Chemtech*, July: 412-417.

Torres, T. (1995): *Aminoestratigrafía y geocronología por análisis de racemización de aminoácidos de muestras de gasterópodos y lamelibranquios de la cuenca de Cúllar-Baza (Granada)*, Proyecto MAGNA (inédito)

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. Llamas, J. Canoira, L. García-Alonso, P. García-Cortés, A. y Mansilla, H. (1995): *17th Int. Meet. Org. Geoch. Sel. Pap.*: 722-723.

Wehmiller, F. (1984): *Quat. Res.*, 22: 109-120.

Zazo, Z. (1979): *In C. Zazo y E. Aguirre Eds. Reunión del Grupo Español del Límite Neógeno-Cuaternario. Trab. sobre Neógeno-Cuaternario*, 9.