

# Aminocronoestratigrafía e historia térmica de los depósitos cuaternarios de las Islas Canarias (España). Resultados preliminares de la Isla de Lanzarote

*Amino Chronostratigraphy and thermal history of the Quaternary deposits from the Canary Islands. First results from the Lanzarote Island*

P. García-Alonso, M. Hoyos (\*\*), J.Llamas, V. Soler (\*) y T. Torres.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, Ríos Rosas 21 28003 Madrid.

(\*) Instituto de Productos Naturales y Agrobiología de Canarias, Avda. Astrofísico Fco. Sánchez 2,38206 La Laguna (Tenerife).

(\*\*) M<sup>o</sup> Nal. Ciencias Naturales, J. Gutiérrez Abascal s.n. 28006 Madrid.

## ABSTRACT

*This paper deals on the first results of an Amino acid racemization dating campaign carried out on coastal and archaeological mollusca deposits of Lanzarote and Gran Canaria islands (Canary Islands, Spain). First results pointed out to a marked difference into amino acid kinetics, when compared with Iberian Peninsula one: leucine, Al isoleucine and aspartic acid racemize faster (100%) than in the Iberian Peninsula gastropod samples. Glutamic acid and phenilalanine racemize much more faster and ages obtained, by applying Iberian Peninsula algorithms, are 500% older than those obtained through radiometric methods. Current Mean Annual Temperature calculated values are between 14 and 17°C, being between 11 and 14°C for the Iberian Peninsula.*

**Key words:** *Amino Acid Racemization Dating Method, Paleotemperature, Quaternary, Canary Islands, Upper Pleistocene, Guanches.*

*Geogaceta, 20 (2) (1996), 502-505  
ISSN:0213683X*

## Introducción

El empleo de análisis de la racemización de los aminoácidos remanentes en restos de organismos preservados en sedimentos de origen geológico o antrópico, ha mostrado ser una versátil herramienta geocronológica, cf. Llamas *et al.*, (1995), Torres *et al.*, (1995 a,b,1995).

El proceso de racemización de los aminoácidos, así como el de epimerización en el caso de la L-isoleucina=D-aloisoleucina, es una reacción reversible de primer orden. Por lo que la relación D/L puede relacionarse con el tiempo transcurrido mediante un algoritmo matemático sencillo, en el que aparecen constantes dependientes de la temperatura y del tipo de fósil de que se trate.

En el Laboratorio de Geocronología de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid, se están realizando trabajos sobre cinética de racemización, inducida artificialmente, en varios géneros de moluscos y mamíferos, pero todavía no se dispone de valores fiables de las constantes anteriormente citadas, por otra parte variables entre géneros zoológicos distintos. Según Wehmiller (1984), en aminoácidos con un centro de simetría la cinética sigue un modelo *lineal*. Esta linealidad no se ha comprobado experimentalmente, por lo que de acuerdo con Go-

odfriend (1991), el modelo se ha escogido empíricamente, para cada serie de datos en función de la bondad del ajuste. Se han desarrollado modelos "personalizados para áreas de historia térmica presumiblemente similar" a partir del análisis de la racemización de muestras de localidades con edades numéricas conocidas, a partir de métodos radiométricos (<sup>14</sup>C ó U/Th), cf. Torres *et al.*, (1994 a, 1996 in press).

Con el presente trabajo se pretende dar los primeros pasos a la incorporación del método AARD como un método geocronológico más, a contrastar con los que ya se emplean de manera sistemática. No es ésta la primera vez que se publican datos de ratios de racemización para materiales del archipiélago, Hillaire-Marcel (1995), pero si se cree que es el primer intento de establecer una curva patrón que permita su utilización como elemento de datación y de correlación, sin el auxilio obligatorio de los métodos radiométricos tradicionales. A este respecto cabe recordar los problemas de contaminación que afectan a un número elevado de dataciones por <sup>14</sup>C, así como la dificultad de aplicación de la termoluminiscencia debido a la ausencia casi total de cuarzo en elementos cerámicos.

Cuando se prepararon y analizaron muestras, datadas radiométricamente, de las islas de

Lanzarote y Gran Canaria, se puso de manifiesto que el grado de racemización de los aminoácidos de los gasterópodos analizados era manifiestamente distinto, mayor, que el que poseían muestras de la Península de edades similares. El análisis de las diferencias del grado de racemización y una primera estimación de la historia térmica (referida al clima) de la isla de Lanzarote, constituirá el objetivo de este trabajo.

## Material y métodos

Las muestras proceden de sedimentos de playa marinas de la isla de Lanzarote y de dos yacimientos arqueológicos guanches de la isla de Gran Canaria, todos ellos situados en la periferia, Fig.-1. Con el fin de completar los datos de edades numéricas, se consideraron dos localidades de la isla de Gran Canaria, que en una posición geográfica similar a la de Lanzarote, presumiblemente habrá tenido una historia térmica similar.

Las estaciones de la isla de Lanzarote y sus coordenadas (X-Y) son las siguientes:

Punta Escamas (LT1). Playa (653.5-3227.3); Jameos (LT2). Playa (653.1-3225.9); Punta Mujeres (LT3). Playa (651.2-3224.8); Punta Pechiguera (LT4). Playa (610.5-3192.5); El Berrugo (LT5). Playa (615.5-3192.5).

Las estaciones de la isla de Gran Canaria son las siguientes: Aguadulce I (AG). Yac. arq. guanche (462.5-3093.1); Malpaso (MP). Yac. arq. guanche (462.2-3099.5).

Los materiales analizados corresponden a gasterópodos, como en otras localidades de las islas de Tenerife y de la del Hierro, que también están siendo datadas por aminoácidos, pero que no se incluyen en este trabajo. Se ha trabajado individualizando géneros zoológicos, susceptibles de mostrar, de hecho lo hacen, cinéticas de racemización distintas.

Aunque se analizó un caracol terrestre (*Helicacea*), el resto de muestras analizadas corresponden a los géneros *Murex*, *Monodonta* (*Osilinus*) y *Patella*; los dos últimos, localmente se denominan burgados y lapas.

El estado de preservación de las muestras era muy bueno en todos los casos, aunque las muestras de *Patella*, incluso las muy recientes, procedentes de concheros guanches, tienen un aspecto externo blancuzco y deslustrado, si bien internamente suelen estar algo mejor preservadas. Los ejemplares de *Monodonta* (*Osilinus*), suelen conservar parte de la coloración de periostraco y aspecto nacarado interno. Las muestras de playa, ocasionalmente, muestran manchas verdes de colonias de algas y las de concheros guanches aparecen manchadas por restos de suelo orgánico. En ambos casos se eliminan mediante la limpieza mecánica y química. Los ejemplares de *Murex* sp. estaban algo rodados. El único resto de *Helicacea* había perdido toda traza de periostraco y era prácticamente transparente.

Se tomaron las muestras siguientes: (ver Tabla 1)

Sobre los ejemplares de *Patella* y *Murex*, con un sacatestigos de sinter de diamante, se recortó una porción circular de la concha en la zona del apex, de peso suficiente como para ser reducida al 25% en limpieza química a que fueron sometidas. Los ejemplares de *Monodonta* y *Helicacea*, fueron quebrantados, eligiéndose fragmentos sin restos de periostraco.

Los protocolos de limpieza (mecánica y química), de preparación para su análisis, técnicas analíticas (GC) y cálculo geomatemático, fueron comúnmente empleadas por el Laboratorio de Datación de la ETSIMM y están ampliamente descritas en Torres *et al.*, (*op. cit.*)

## Resultados

Las estaciones ya habían sido objeto de estudios geocronológicos, algunos inéditos:

^ Punta Escamas (LT1), Jameos (LT2) y Punta Mujeres (LT3), de acuerdo con Hoyos *et al.*, (1995) tiene edades de  $^{14}\text{C}$  cercanas a 5.000B (entre 5.265 y 5.815 B.P.).

^ Punta Pechiguera (LT4) y el Berrugo (LT5) corresponden a niveles del Eem con *Strombus bubonius* de los que se poseen abundantes dataciones con U/Th que se agrupan en torno a 90-100ka, Meco (1977).



Fig.1.- Situación geográfica de las muestras.

Fig. 1.-Geographical situation of the samples.

Aguadulce (AG), tiene dos dataciones por  $^{14}\text{C}$ : BetaAnalytic: 1730+60 y C.F.R. (CNRS) Gif sur Yvette: 1450+70. Trincheras (T1),  $^{14}\text{C}$  tiene una datación única: BetaAnalytic: 1770+60, Soler (1995).

La cinética de racemización de los aminoácidos es dependiente de la temperatura, y en el rango de tiempos en los que este método tiene aplicación, el Cuaternario, la temperatura ambiental ha sufrido fuertes variaciones, que han afectado a las muestras geológicas objeto de datación. Por ello se recurre al empleo de "temperaturas equivalentes" CMAT ("Current Mean Annual Temperature"), que representa el efecto integrado sobre la cinética de racemización de todas las fluctuaciones térmicas de una región determinada, que no siempre tienen que consistir en alternancias período glacial/período interglacial o estadal/interstadial.

La CMAT también se conoce como temperatura efectiva (a menudo también denominada temperatura diagenética efectiva (EDT) o temperatura Cuaternaria efectiva (EQT)) y representa la temperatura que podría ser consistente con una curva particular de racemización (modelo cinético) y con los valores conocidos de ratios de racemización (D/L) para muestras de edad conocida (datadas por métodos radiométricos), procedentes de la zona objeto de estudio. Estos resultados podrían interpretarse como una cinética promedio.

Wehmiller (1993) puso en evidencia la relación existente en foraminíferos entre la tasa de racemización de la leucina, su edad y la CMAT. Estas curvas fueron empleadas para estimar el valor de la CMAT en las localidades de Priego,

Torres *et al.*, (*op. cit.*) y Redueña, Llamas *et al.*, (*op. cit.*), ambas en la parte central de la Península Ibérica, habiéndose obtenido una CMAT entre 11 y 14 °C.

Si se llevan los datos de edades numéricas ( $^{14}\text{C}$  y U/Th) y relaciones DL de la leucina, de las muestras procedentes de Lanzarote y Gran Canaria a las curvas definidas por Wehmiller, *op. cit.*, de cinética de racemización de la leucina para diversos valores de la CMAT, Fig.-2, se aprecia que los puntos correspondientes a los valores medios de la relación DL de la leucina, referidos a su edad radiométrica, marcan el inicio de una curva que se sitúa en valores de la CMAT netamente más altos que los definidos para la Península Ibérica: entre 14 y 17°C. En definitiva: estas islas, y los depósitos que albergan los restos de moluscos analizados tuvieron una historia térmica notablemente más elevada que sus equivalentes en la parte central de la Península Ibérica.

Las diferencias en los valores medios de la CMAT también influirán marcadamente en la definición de los modelos matemáticos empleados para la estimación de la edad a partir de los ratios de racemización observados. Para poner de manifiesto la influencia de estas diferencias térmicas, que por otra parte ya fueron advertidas por Goodfriend (*op. cit.*) y Wehmiller (*op. cit.*), que aconsejan el empleo de "modelos de ajuste matemático locales", se comparan los resultados que se obtendrían aplicando los algoritmos matemáticos definidos para la región central de la Península Ibérica a los valores medios de ratios de racemización de los diversos aminoácidos analizados en puntos de los que se dispone de datación numérica ( $^{14}\text{C}$  y U/Th).

	Patella	Osilinus	Murex	Helicacea
Punta Escamas (LT1)	4	-	2	-
Jameos (LT2)	3	-	-	-
Punta Mujeres (LT3).	4	1	2	-
Punta Pechiguera(LT4).	2	-	2	-
El Berrugo (LT5).	1	3	1	-
Aguadulce1 (AG).	3	8	-	-
Malpaso (MP)	3	1	-	1

Tabla 1.- Muestras analizadas según géneros.

Table 1.- Analysed samples according to genus.

En la Fig.-3, se han representado las relaciones, edades radiométricas (abscisas) racemización de aminoácidos (ordenadas), para cinco aminoácidos: alile/isoleucina, (AI), leucina (LEU), ácido aspártico (ASP), fenilalanina (PHE) y ácido glutámico (GLU) aplicando los algoritmos definidos para la región central de la Península Ibérica (modelo 'Priego') y los ajustados, a partir de las muestras de edad conocida, para las Islas Canarias (modelo 'Canarias'); bien entendido que se refieren a Lanzarote y Gran Canaria.

En la parte inferior del gráfico se superponen las líneas, de trazo continuo, correspondientes a los resultados obtenidos a partir de la aplicación

de los algoritmos calculados específicamente para las muestras de Lanzarote y Gran Canaria; se trata de rectas de pendiente 1 coherentes con las edades obtenidas por métodos radiométricos.

En el mismo gráfico se representa la edad que se obtendría a partir de la aplicación directa de los algoritmos del 'modelo Priego', correspondiente a un valor de CMAT menor, unidas por líneas de trazos. Se observa que, para todos los aminoácidos estudiados, se obtendría una edad significativamente mayor que la determinada por métodos radiométricos. Esta diferencia es especialmente acusada para el caso del ácido glutámico (GLU) y de la fenilalanina (PHE), para los que

el grado de racemización observado para las muestras de 90.000 años correspondería a una edad seis veces superior en las condiciones de CMAT de la península (Priego). Para el resto de los aminoácidos estudiados, ácido aspártico (ASP), alile/isoleucina (AI) y leucina (LEU), el efecto es significativamente menor, aunque considerable, ya que el grado de racemización y epimerización observados se correspondería con una edad doble de la determinada por métodos radiométricos.

**Conclusiones**

El análisis de las relaciones de racemización de muestras de gasterópodos de yacimientos paleontológicos y arqueológicos, datados radiométricamente, de las islas de Lanzarote y Gran Canaria (Islas Canarias), permite poner de manifiesto, mediante el análisis de la cinética de racemización de la leucina, que en estas islas la CMAT (Current Mean Annual Temperature) se sitúa entre 14 y 17°C, mientras que en la parte central de la Península Ibérica estaría entre 11 y 14°C..

Se han definido algoritmos, específicos para

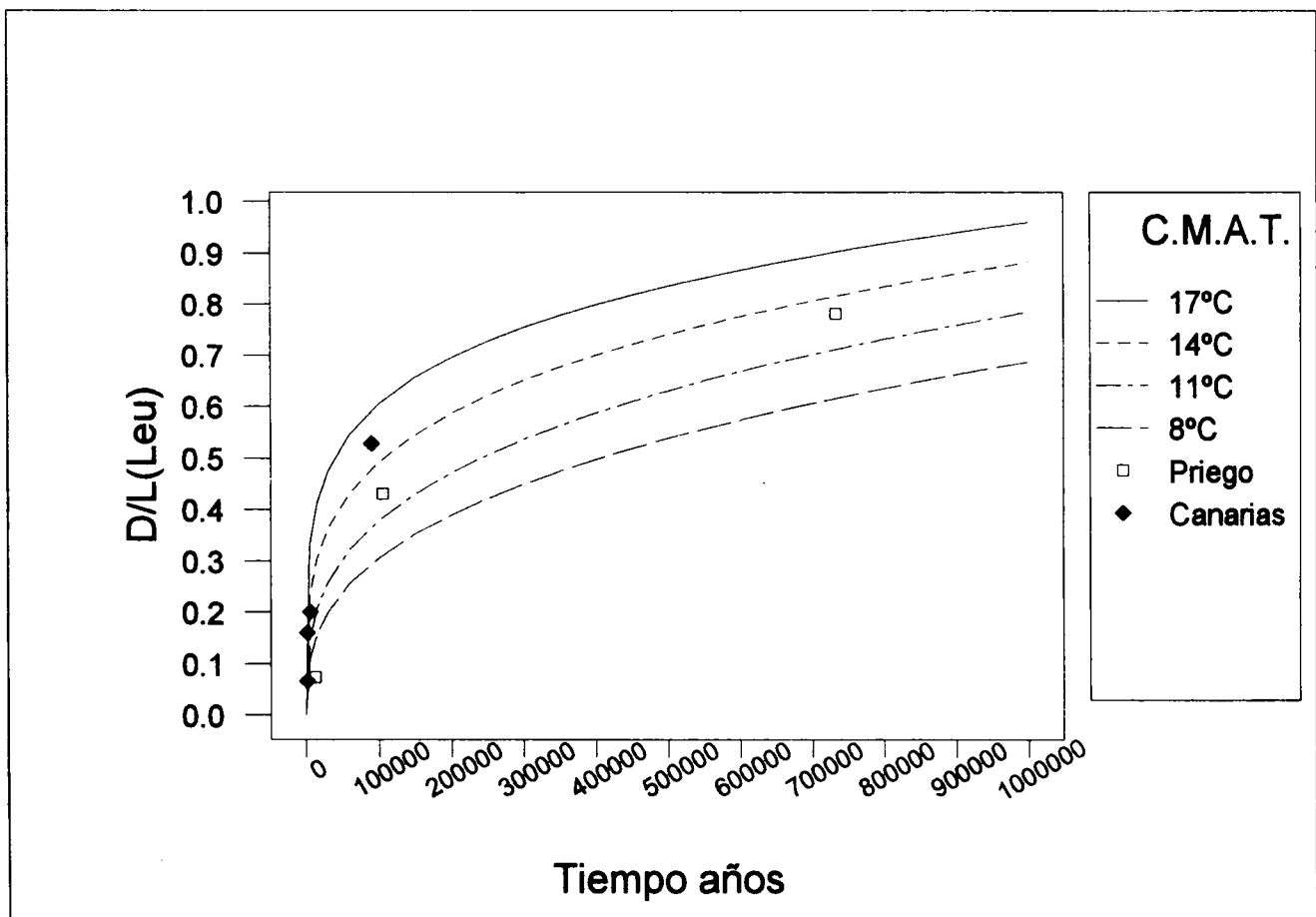


Fig.2.- Temperatura media anual obtenida a partir de las edades radiométricas y de los ratios de racemización de la leucina para la Península Ibérica (Priego) y las islas de Lanzarote y Gran Canaria (Canarias).

Fig. 2.- Current Mean Annual Temperature obtained from radiometrical datings and D/L leucine ratios from the Iberian Peninsula (Priego) and Lanzarote and Gran Canaria islands (Canarias).

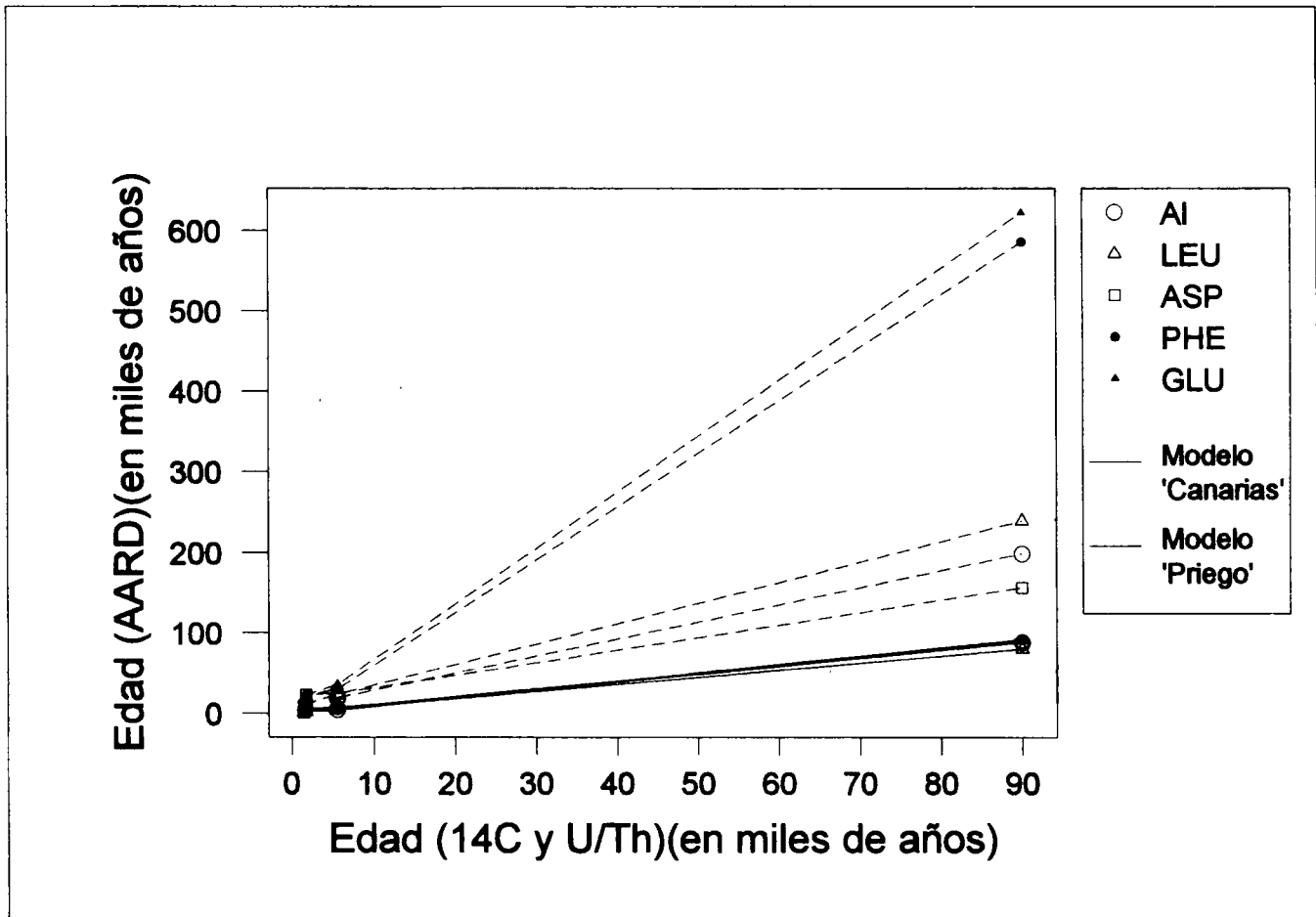


Fig.3.- Comparación entre edades radiométricas y edades a partir de los diferentes aminoácidos de las muestras de Lanzarote y Gran Canaria, obtenidas aplicando el modelo cinético de la Península Ibérica (Modelo 'Priego') y el obtenido para las islas de Lanzarote y Gran Canaria (Modelo 'Canarias').

Fig. 3.- Comparison between radiometric and amino acid racemization datings of Lanzarote and Gran Canaria samples, obtained by applying the kinetic models calculated for the Iberian Peninsula (Modelo 'Priego') and the kinetic models calculated for the Lanzarote and Gran Canaria islands (Modelo 'Canarias').

las Lanzarote y Gran Canaria, de cálculo de edades numéricas a partir de las tasas de racemización de aminoácidos. La comparación con los modelos obtenidos para la Península Ibérica, revela que su aplicación habría originado un «envejecimiento» erróneo de las localidades objeto de estudio. Los aminoácidos cuya cinética de racemización se compara se agrupan en dos series: una daría edades moderadamente más antiguas, al menos en el rango cercano a 100 ka que se estudia, formada por ácido aspártico, leucina y alfa/ile isoleucina, mientras que la otra serie, ácido glutámico y fenilalanina, daría edades exageradamente grandes, hasta un 500 % más antiguas.

#### Agradecimientos

A la D.G. P. Hist. del Gobierno de Canarias, que a través del P. N° 18450002 financió los

desmuestrs y determinaciones de  $^{14}\text{C}$  de los materiales arqueológicos que aquí se aportan. AIM<sup>o</sup> Canario que facilitó el acceso a los materiales de los yacimientos de Aguadulce y Malpaso.

#### Referencias

- Goodfriend G.A. (1991b). *Geochim Cosmochim Acta*, 55: 293-302.  
 Hillaire-Marcel, C. Ghaleb, B. Garipey, C. Zazo, C. Hoyos, M. & Goy, J.L. (1995). *Quat. Res.* 44:271-282.  
 Hoyos, M. Zazo, C. Goy, J.L. Hillaire-Marcel, Cl., Ghaleb, B. (1995). *Terranostra*, 2/95: 116  
 Meco, J. (1977). *Paleocostas de Canarias*. Ed. El Museo Canario.  
 Llamas, J. Torres, T. García-Alonso, P. García-Cortés, A. Mansilla, H. Meyer, V. Nodal, T. (1955). *Geogaceta* 17:43-45.  
 Soler, V. (1995). *Dirección General Patrimonio*

#### Histórico. Gobierno de Canarias.

- Torres, T. Canoira, L. Cobo, R. García-Alonso, P. García-Cortés, A. Hoyos, M. Juliá, R. Llamas, J. Meyer, V. (1994a). *Geogaceta*, 16:102-104.  
 Torres, T. Canoira, L. Cobo, R. García-Alonso, P. García-Cortés, A. Hoyos, M. Juliá, R. Llamas, J. Meyer, V. (1994b). *Coll. Geoprospective, Paris: 147-166*  
 Torres, T. Canoira, L. Cobo, R. Coello, F.J. García-Alonso, P. García-Cortés, A. Hoyos, M. Juliá, R. Llamas, Soler, V. Valle, M. V. (1995). *Geogaceta*, 18: 90-92.  
 Wehmiller J.F. (1984). *Quat. Res.* 22: 109-120.  
 Wehmiller (1993) in *Organic Geochemistry*, M. Engel and S.A. Macko eds. Plenum Press N.Y. 755-783.