

# $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{15}\text{N}$ y paleodietas en restos humanos de la Necrópolis Islámica Medieval de Tauste (Zaragoza)

/ IRANZU GUEDE (1\*), LUIS ANGEL ORTEGA (1), MARIA CRUZ ZULUAGA (1), AINHOA ALONSO (1), XABIER MURELAGA (2), MIRIAM PINA (3), FRANCISCO JAVIER GUTIERREZ (3)

(1) Departamento de Mineralogía y Petrología. Fac. de Ciencia y Tecnología. UPV/EHU. Bº Sarriena s/n. 48940, Leioa, Vizcaya (España)

(2) Departamento de Estratigrafía y Paleontología. Fac. de Ciencia y Tecnología. UPV/EHU. Bº Sarriena s/n. 48940, Leioa, Vizcaya (España)

(3) Asociación Cultural "El Patiaz". Casa de la Cámara. Cuesta de la Cámara, 12. 50660 Tauste (Zaragoza)

## INTRODUCCIÓN

El estudio de la composición isotópica de los restos arqueológicos humanos permite inferir un amplio abanico de información que genera conocimiento sobre la dinámica socioeconómica del pasado. Estos análisis permiten aislar fenómenos con escalas temporales y espaciales muy precisas, y a partir de ahí evidenciar situaciones y dinámicas difíciles de conocer mediante otros medios. Los estudios de isótopos estables en restos humanos permiten obtener información directa sobre aspectos de la dieta que de otra forma sólo se pueden deducir mediante evidencias indirectas al estudiar los restos materiales botánicos, de fauna, de industria o de otra índole.

El principio de la investigación isotópica se basa en el principio de que 'eres lo que comes', es decir los diversos tejidos del cuerpo de un ser se derivan de su dieta (DeNiro & Epstein, 1978; Ambrose & Norr, 1993). El uso de los isótopos estables de carbono y nitrógeno en colágeno para el estudio de paleodietas es un método que se ha aplicado en humanos de diferentes regiones geográficas y de diferentes períodos de históricos (p.e. Schwarcz & Schoeninger, 2011).

La composición isotópica del carbono está determinada por la composición relativa de los dos grupos de plantas denominadas plantas C3 y plantas C4. La diferencia en la composición entre estos dos grupos de plantas se debe a secuencias de fotosíntesis diferentes. Las plantas C3 son la mayoría de las verduras, frutas y la mayoría de los cereales; mientras que las plantas C4 son entre otras el mijo, el maíz y la caña de azúcar. Los valores de  $\delta^{13}\text{C}$  de las plantas C4 son entre -9‰ y -14‰, y el caso de las plantas  $\delta^{13}\text{C}$  está entre -20‰ y -35‰ (Katzenberg, 2000). La

composición isotópica del  $\delta^{15}\text{N}$  en mamíferos depende del consumo de proteínas. El fraccionamiento isotópico produce un enriquecimiento en el  $\delta^{13}\text{C} \approx +5\text{‰}$  y en el  $\delta^{15}\text{N} \approx +2$  a  $+4\text{‰}$  respecto a la composición isotópica de los alimentos consumidos (Schoeninger & DeNiro, 1984). Por tanto, la composición isotópica del colágeno de los huesos proporcionan información directa sobre el contenido de proteínas en la dieta de los últimos 5 - 10 años del individuo, incluyendo el consumo de (1) plantas C3 o C4, (2) animales terrestres y (3) productos de origen marino (Malainey, 2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se han analizado 30 individuos de los siglos VIII-XII procedentes de la necropolis musulmana de Tauste (Zaragoza). Los individuos corresponden a 12 hombres, 10 mujeres y 8 de sexo indeterminado (Gutierrez & Pina, 2011).

La extracción del colágeno se ha realizado según el procedimiento de Boucherens et al. (1991). Se han desmineralizado 300 mg de hueso en 1ml de HCl durante 20 minutos a temperatura ambiente. Los análisis de isótopos de carbono y nitrógeno se han realizado utilizando un espectrómetro de masas de relaciones isotópicas de análisis elemental (EA-IRMS) en Iso-Analytic (Cheshire, Reino Unido). Durante las medidas se realizaron múltiples análisis de los estándares NBS-1577B e IA-R045 para el control de calidad durante el análisis de las muestras. Las replicas del estándar NBS-1577B han dado resultados de  $\delta^{13}\text{C}_{\text{V-PDB}} = -21.60\text{‰} \pm 0.02$  ( $\sigma$ , n=7) y  $\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}} = 7.65\text{‰} \pm 0.13$  ( $\sigma$ , n=8).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de carbono y nitrógeno en el colágeno de los huesos varía de

36.2% a 46.4% y desde 13.1% hasta 16.8% respectivamente, con relaciones C/N entre 2.9 a 3.6 indicando una buena preservación del colágeno (DeNiro, 1987).

Los individuos estudiados presentan una composición del  $\delta^{15}\text{N}$  entre  $+9.5\text{‰}$  y  $+17.5\text{‰}$ ; mientras que el intervalo para el  $\delta^{13}\text{C}$  es de  $-16.9\text{‰}$  a  $-19.9\text{‰}$ . Considerando el sexo de los individuos estudiados se observan diferencias en la composición isotópica. Los individuos femeninos presentan valores del  $\delta^{15}\text{N}$  entre  $+10.8\text{‰}$  y  $+16.3\text{‰}$  y del  $\delta^{13}\text{C}$  entre  $-18.4\text{‰}$  y  $-19.3\text{‰}$ . Los hombres muestran valores del  $\delta^{15}\text{N}$  entre  $+13.5\text{‰}$  y  $+17.0\text{‰}$ , y del  $\delta^{13}\text{C}$  entre  $-18.7\text{‰}$  y  $-19.5\text{‰}$  (Fig. 1).

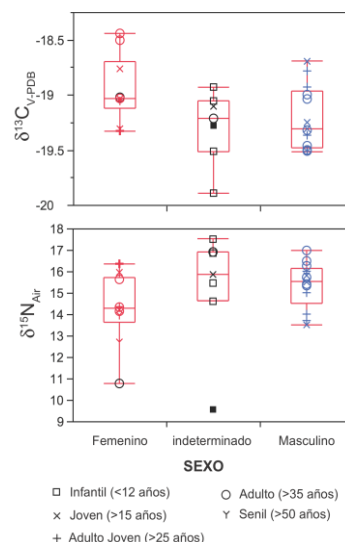


fig 1. Boxplot de la variación isotópica del  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en restos humanos según el sexo de los individuos estudiados.

Respecto a la edad de los individuos, se observan leves diferencias en la composición isotópica del nitrógeno. En general, los valores del  $\delta^{15}\text{N}$  decrecen al aumentar la edad de los individuos. El intervalo de variación de los infantiles es de  $\delta^{15}\text{N} = +14.6\text{‰}$  a  $+17.5\text{‰}$ , el de los

jóvenes es de  $\delta^{15}\text{N} = +13.5\text{‰}$  a  $+16.0\text{‰}$ , los adultos jóvenes varían entre  $\delta^{15}\text{N} = +13.7\text{‰}$  y  $+16.3\text{‰}$ , los adultos varían entre  $\delta^{15}\text{N} = +14.1\text{‰}$  y  $+17.0\text{‰}$  y los seniles varían entre  $\delta^{15}\text{N} = +12.7\text{‰}$  y  $+14.0\text{‰}$ . Las muestras T-21 (indet) y T-32 (mujer adulta) presentan valores significativamente más bajos de  $\delta^{15}\text{N} = +10.8\text{‰}$  y  $+9.5\text{‰}$  respectivamente. Por el contrario, el carbono no presenta variaciones significativas (Fig. 2).

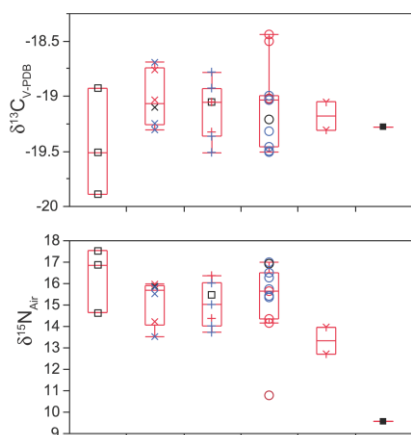


Fig. 2. Boxplot de la variación isotópica del  $\delta^{13}\text{C}$  y  $\delta^{15}\text{N}$  en restos humanos según la edad de los individuos estudiados.

Los datos isotópicos de los individuos de Tauste presentan un estrecho intervalo de variación en el  $\delta^{13}\text{C}$  con valores entre  $\delta^{13}\text{C} = -19.9\text{‰}$  y  $-18.4\text{‰}$ . Estos valores se interpretan como indicadores de una dieta de origen terrestre basada en el consumo de plantas tipo C3 (Schoeninger & DeNiro, 1984).

Los valores del  $\delta^{15}\text{N}$  en colágeno que presentan los individuos estudiados son extraordinariamente elevados. Con frecuencia, los valores elevados del  $\delta^{15}\text{N}$  en colágeno de restos humanos se han explicado por la ingesta de alimentos de origen marino. Esta explicación es poco razonable en yacimientos alejados de la línea de costa. Además, los individuos con dieta rica en pescado muestran valores bajos en el  $\delta^{13}\text{C}$  (Richards & Hedges, 1999). Otra explicación para valores de  $\delta^{15}\text{N}$  elevados se encuentra en factores climáticos. La fauna de climas áridos presentan valores altos del  $\delta^{15}\text{N}$  que aumentan con la aridez del clima. La elevada salinidad del agua también puede generar el enriquecimiento del  $\delta^{15}\text{N}$  (Heaton, 1987, Ambrose, 1991). En el entorno del yacimiento se ha constatado un elevado contenido en sales en el río

Arba (Causapé Valenzuela, 2003) debido a la disolución de los materiales yesíferos de la cuenca del Ebro.

La composición isotópica de los restos estudiados presenta diferencias estadísticamente significativas según el sexo de los individuos tanto para el carbono ( $t_{14}$ ,  $P < 0.039$ ) como para el nitrógeno ( $t_{19}$ ,  $p < 0.028$ ). Sin embargo, excluyendo la muestra T-32, de composición anómala, la composición isotópica del nitrógeno entre los sexos no es estadísticamente significativa ( $t_{17}$ ,  $p = 0.07$ ). El empobrecimiento en el  $\delta^{15}\text{N}$  y  $\delta^{13}\text{C}$ , indicaría un menor consumo de proteínas animales y más aporte de plantas C4 en la dieta de las mujeres con respecto a los hombres.

Las razones para explicar estas diferencias en la ingesta de alimentos se relacionan con el reparto del trabajo según sexos y la necesidad de diferentes aportes calóricos, o bien como consecuencia a la desigualdad de género (Reitsema et al., 2010). En este sentido, Pomeroy & Zakrzewski (2009) estudiando el yacimiento musulmán de Écija (Sevilla) relacionan el dimorfismo sexual con diferentes modelos de actividad y de alimentación entre sexos, donde las mujeres tendrían actividad y movilidad restringida.

## CONCLUSIONES

La sociedad musulmana del yacimiento de Tauste (Zaragoza) muestra una alimentación basada en el consumo de plantas C3. Se observan diferencias en la alimentación según el sexo de los individuos.

Los valores elevados del  $\delta^{15}\text{N}$  se deben relacionar con las características climáticas y litológicas regionales y no con alimentos de origen marino.

Los valores de  $\delta^{15}\text{N}$  más bajos de los individuos T-21 y T-32 podrían indicar su origen foráneo procedentes de áreas menos áridas y con menor salinidad.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto IT315-10 del Gobierno Vasco. IG disfruta de una beca predoctoral del Gobierno Vasco.

## REFERENCIAS

Ambrose, S.H. (1991): Effects of diet, climate and physiology on nitrogen isotope

abundances in terrestrial foodwebs. *J. Archaeol. Sci.*, **18**, 293–317.

Ambrose, S., Norr, L. (1993): Experimental evidence for the relationship of the carbon isotope ratios of whole diet and dietary protein to those of bone collagen and carbonate. In: Lambert, J., Grupe, G. (Eds.), *Prehistoric Human Bone: Archaeology at the Molecular Level*. Springer Verlag, New York, 1–37.

Bocherens, H., Fizet, M., Mariotti, A., Lange-Badre, B., Vandermeersch, B., Borel, J.P., Bellon, G. (1991): Isotopic biogeochemistry ( $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ) of fossil vertebrate collagen: application to the study of a past food web including Neandertal man. *J. Hum. Evol.*, **20**, 481–492.

Causapé Valenzuela, J. (2003): Calidad de los ríos Ríquel y Arba (Zaragoza). Influencia del regadío de Bardenas y modelización geoquímica del sistema. *Rev. Real Academia de Ciencias.*, **58**, 7–36.

DeNiro, M.J. (1987): Stable isotopy and archaeology. *Am. Scientist.*, **75**, 182–91.

Epstein, S. (1978): Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **42**, 495–506.

Gutiérrez, F.J., Pina, M. (2011): El cementerio andalusí de Tauste. Tauste en su historia. Actas de las XII Jornadas sobre la Historia de Tauste. Asociación Cultural "El Patiaz", 67–113.

Heaton, T. H. (1987): The  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$  ratio of plants in South Africa and Namibia: relationship to climate and coastal/saline environments. *Oecol.*, **74**, 236 – 246.

Katzenberg, A.M. (2000): Stable isotope analysis: a tool for studying past diet, demography, and life history. In: Katzenberg, A.M., Saunders, S.R. (Eds.), *Biological Anthropology of the Human Skeleton*. Wiley-Liss, Inc., New York.

Malainey, M. E. (2011): A Consumer's Guide to Archaeological Science, Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique, DOI 10.1007/978-1-4419-5704-7-13.

Pomeroy, E. and Zakrzewski, S. R. (2009): Sexual dimorphism in diaphyseal cross-sectional shape in the medieval muslim population of Écija, Spain and Anglo-Saxon great Chesterford, UK. *Inter. J. Osteoarchaeol.*, **19**, 50–65.

Reitsema, I. J., Crews, D. E., Polcyn, M. (2010): Preliminary evidence for medieval Polish diet from carbon and nitrogen stable isotopes. *J. Archaeol. Sci.*, **37**, 1413–1423.

Richards, M. P., Hedges, R. E. M. (1999): Stable isotope evidence for similarities in the types of marine food used by late Mesolithic human on the Atlantic coast of Europe. *J. Archaeol. Sci.*, **26**, 717–722.

Schoeninger, M.J., DeNiro M.J., 1984. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochim. Cosmochim. Acta.*, **48**, 625–639.

Schwarcz, H.P., Schoeninger, M.J. (2011): Stable isotopes of carbon and nitrogen as tracers for Paleo-diet reconstruction. in M. Baskaran (ed.) *Handbook of environmental isotope geochemistry*. New York: Springer 725–42.